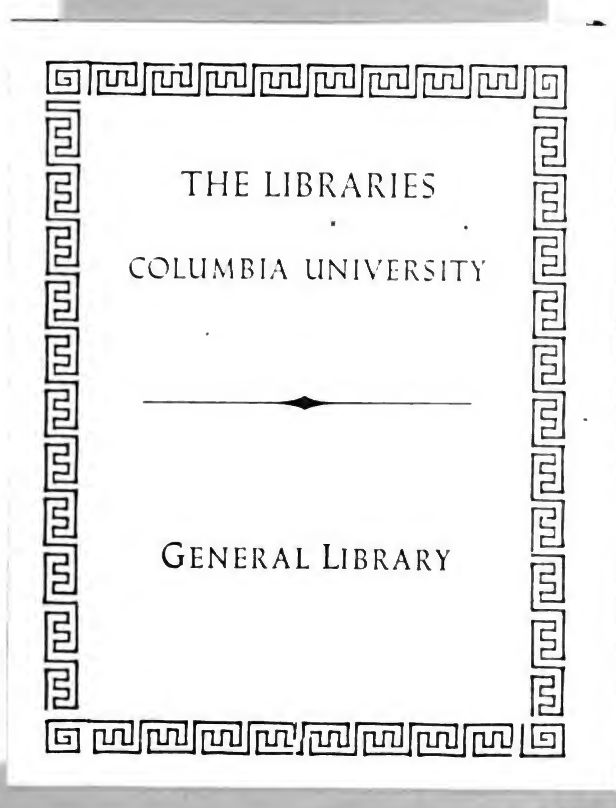
image
not
available





Neuer
Schauplatz der Künste und Handwerke.

Mit
Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben
von
einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.



Hunderteinundsechszigster Band.

Carl Hartmann's Hohofen- und Hammermeister.

Weimar, 1852.
Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.

Der wohlunterrichtete Hohofen- und Hammermeister

oder

gemeinfaßliche Darstellung der Roheisenerzeugung, der Stabeisenfabrication und Stahlbereitung.

Für angehende Hüttenbeamte, Hüttenbesitzer, Eisenhüttenarbeiter, sowie überhaupt für Jeden, der Interesse am Eisenhüttengewerbe hat.

Von

Carl Hartmann.

Zweite, durch die wichtigsten neuen Verbesserungen im Eisenhüttengewerbe um 7 Bogen und 2 Tafeln vermehrte Ausgabe.

Mit 14 lithographirten Tafeln.

Weimar, 1852.
Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.

Vorwort zur zweiten Ausgabe.

Wir besitzen mehre ausgezeichnete Werke, theils über das Ganze, theils über einzelne Theile des Eisenhüttenwesens. Obenan müssen wir stellen:

Karsten's Handbuch der Eisenhüttenkunde. 3. Aufl. 5 Bände und Atlas mit 63 großen Tafeln. Berlin, 1841. Ergänzt durch: die Fortschritte der Eisenhüttenkunde. Daselbst 1851.

Nicht minder wichtig ist das folgende Werk:

Practische Eisenhüttenkunde, oder systematische Beschreibung des Verfahres bei der Roheisenerzeugung, der Stabeisenfabrication, dem Gießereibetriebe und der Stahlbereitung, nebst Angaben über die Anlage und den Betrieb der Eisenhütten. Begleitet von einem Atlas der jetzt angewendeten Oefen, Maschinen, Apparate

und Gezähe, welcher alle zur Ausführung erforderlichen Details enthält. — Nach den Werken von Walter de St. Ange, Le Blanc, Flachat, Barrault, Petiet u. A. bearbeitet von Carl Hartmann. Vier Theile. Zweite Auflage. Der Atlas enthält zusammen 180 Planotafeln. Weimar (beim Verleger dieses Werks) 1852.

Für die Stabeisenfabrication ist von großer Wichtigkeit:

Theoretisch practisches Handbuch der Stabeisenfabrication, nebst einer Darstellung der Verbesserungen, deren sie fähig ist, hauptsächlich in Belgien; von B. Valérius. Deutsch bearbeitet von Carl Hartmann. Nebst Atlas von 30 lithographirten Tafeln. Freiberg, 1845. Erstes Ergänzungsheft. Daselbst. 1848. Zweites Ergänzungsheft. Daselbst. 1851.

Sehr wichtig, jedoch von mehr localem Werth ist endlich das nachstehende Buch:

Gemeinfaßliche Darstellung der Stabeisen- und Stahlbereitung in Frischheerden in den Ländern des Vereins zur Beförderung und Unterstützung der Industrie und Gewerbe in Innerösterreich, dem Lande ob der Ens und Salzburg. Von Peter Tunner. Herausgegeben von der Direction des Vereins. Gräz 1846.

Jedoch sind diese Werke, die in der Bibliothek keines höher gebildeten Hüttenmannes fehlen dürfen, keineswegs für solche Leser be-

stimmt, wie sie der Titel des vorliegenden Werks angiebt. An einem solchen Werke, welches einen Band des „Neuen Schauplatzes" bilden kann, fehlt es ganz und es ist um so mehr ein wahres Bedürfniß, da die Bildung der arbeitenden Classe immer mehr steigt, immer mehr Anforderungen an dieselbe gemacht werden und dieselbe auch das Bedürfniß nach wissenschaftlicher Belehrung selbst fühlt. Der angehende Hüttenbeamte und der kleinere Eisenhüttenbesitzer, der gebildete Metallarbeiter ꝛc., haben aber seltener die Mittel, oder die hinreichenden Vorkenntnisse, um die obigen Werke benutzen zu können.

Die Aufgabe der Herausgabe eines allgemein verständlichen Werkes über das Eisenhüttenwesen, ist keine leichte; wer populär schreiben will, muß durch und durch wissenschaftlicher Schriftsteller sein; er muß aus der Gesammtheit der zu bearbeitenden Wissenschaft und Kunst dasjenige herauszunehmen wissen, was für seine Leser paßt; er muß ferner deutlich und bündig sein. — Eine Hauptschwierigkeit entspringt daraus, daß man nicht eine einzige Classe von Lesern hat, für die man schreiben kann, indem alsdann das Publicum des Buches ein zu beschränktes sein würde; man muß daher eine Mittelstraße zwischen der rein populären und der wissenschaftlichen Behandlung einschlagen und die ist nicht leicht zu treffen, da der

Bildungsstand der Leser ein sehr verschiedenartiger ist!

Es ist ein Versuch, den ich gemacht habe; möchte er nur einigermaßen dem Zweck entsprechen, den ich dabei im Auge gehabt habe.

In dieser neuen Ausgabe sind die wichtigsten Verbesserungen, die seit Herausgabe der ersten gemacht worden, in einem Anhange mitgetheilt und es ist auf diese Weise das Buch wiederum auf den Standpunct gestellt, den man von ihm erwarten darf.

Weimar, im Mai 1852.

Carl Hartmann.

Inhaltsverzeichniß.

*

Seite

Einleitung.

Das Eisen ist ein Metall und nach unseren jetzigen Kenntnissen ein chemisches Element. Es hat das Eigenthümliche, daß es in einem dreifachen Zustande erscheinen kann, nämlich als Stabeisen, als Stahl, oder als Roheisen. In welchem Verhältniß diese drei verschiedenen Abänderungen eines und desselben Metalles zu einander stehen, werden wir weiter unten kennen lernen.

Die Lehre, welche die Regeln angiebt, das Eisen aus seinen Erzen mit den größten öconomischen Vortheilen im Großen darzustellen, ist die Metallurgie des Eisens oder die Eisenhüttenkunde. Sie hat manches Allgemeine mit der allgemeinen Metallurgie oder Hüttenkunde, z. B. die Lehre von den Brennmaterialien, von der Construction der Oefen, der Gebläse, der Hammer- und Walzwerke gemeinschaftlich, allein wir müssen diese Lehren hier auch insbesondere betrachten.

Die Metallurgie des Eisens ist aus vielen Gründen der wichtigste und umfassendste Theil der Metallurgie überhaupt. Es ist dieser specielle Theil der Metallurgie wichtig, weil kein cultivirter Staat seine innere oder äußere Existenz ohne Eisen erhalten kann; er ist ausgebreitet, weil das Eisen durch seine Verbindung mit der Kohle einen mehrfachen Zustand annehmen kann und dadurch als ein Metall von mehrfachen Eigenschaften, welche für die Anwendung von gleich großer Wichtigkeit geworden sind, zu betrachten ist.

Das Eisen zeigt sich nämlich entweder als ein unstreckbares, unschweißbares und in starker Hitze tropfbar flüssiges Metall=, als Roh= oder Gußeisen, oder es wird als ein streckbares, schweißbares, weiches, nur in der höchsten, künstlich darzustellenden Temperatur flüssig werdendes Metall, als Stabeisen, Schmiedeeisen oder schlechtweg Eisen gewonnen, oder es stellt sich als ein streckbares, weniger schweißbares und im Verhältniß der abnehmenden Schweißbarkeit an Schmelzbarkeit zunehmendes hartes Metall dar und wird alsdann Stahl genannt.

Diese drei verschiedenen Zustände des Eisens haben Veranlassung zu 3 Hauptabtheilungen der Eisenhüttenkunde gegeben; denn wenn sich auch das Eisen in seinen 3 Zuständen unmittelbar aus den Erzen darstellen läßt, so geschieht dies doch im Allgemeinen jetzt nicht, sondern aus den Erzen wird nur Roheisen dargestellt, das Stabeisen aus dem Roheisen, der Stahl entweder aus Roheisen oder aus Stabeisen.

Die Eisenhüttenkunde beschäftigt sich aber nicht allein mit der Darstellung des Eisens in seinen drei verschiedenen Zuständen, sondern auch mit der Ertheilung der Form des Eisens und des Stahls; ja auch die Formertheilung des Roheisens gehört in das Ge=

biet der Eisenhüttenkunde. Da jedoch aber die Lehre von der Eisengießerei und Eisenförmerei bereits im 103. Bande des Schauplatzes abgehandelt worden ist, so dürfen wir um so eher darauf verweisen, da dies der Metallgießerei im Allgemeinen gewidmete Werk von dem Verfasser des vorliegenden Buches herrührt.

Nach dieser kurzen Einleitung wenden wir uns nun zuvörderst zu den Eigenschaften des Eisens, machen dann die nöthigen Bemerkungen über die Brennmaterialien, darauf über die Gebläse und wenden uns alsdann zu der ersten der eigentlichen drei Hauptabtheilungen unseres Buchs, zu der Roheisenerzeugung, dann zu der Stabeisenfabrication und zuletzt zu der Stahlbereitung.

Eigenschaften und Verhalten des Eisens.

Das Eisen befindet sich, wie schon bemerkt, in dreifachem Zustande, als Roheisen, Stabeisen und Stahl und wird auch in diesen verschiedenen Zuständen angewendet, weshalb wir die Eigenschaften eines jeden derselben für sich kennen lernen müssen.

Roh= oder Gußeisen.

Dieses ist entweder weißes oder graues, und es unterscheiden sich diese verschiedenen Sorten nicht allein durch ihre Farbe, sondern auch durch ihre sonstigen Eigenschaften.

Das weiße Roheisen hat im Zustande der vollkommensten Ausbildung eine silberweiße Farbe, mit sehr starkem Glanz und spiegelnden Flächen, weshalb man es Spiegeleisen (Spiegelfloß) nennt und wegen seiner Benutzung zu Stahl Rohstahleisen. Wenn die Farbe ins Bläuliche und Bläulichgraue übergeht und nur noch ein strahligfasriges

Gefüge sich zeigt, so entsteht diejenige Abart des weißen Roheisens, welche man blumiges Floß, blumiges Eisen nennt; sie bildet sich am Häufigsten nur in einer Verbindung mit dem grauen Roheisen. Eine dritte Abart, welche am Häufigsten vorkommt, ist das grelle Roheisen oder Weißeisen. Die weiße Farbe hat viel Grau beigemischt, der Glanz ist noch beträchtlich, auf der Bruchfläche ist kein bestimmtes Gefüge mehr zu bemerken. Nimmt die weiße Farbe noch mehr ab, so daß sie ins Bläulichweiße übergeht, fangen die Bruchflächen an, zackig zu werden, und zeigen sich viele Zwischenräume, so ist dadurch ein eigenes Roheisen characterisirt, welches weder zu dem weißen, dem man es gewöhnlich beizählt, noch zu dem grauen zu rechnen ist, das luckige (löcherige) Floß.

Alle diese Varietäten des weißen Roheisens gehen in einander über, so daß es oft schwierig ist zu bestimmen, welcher irgend eins angehört. Das sogenannte weißgare Roheisen steht in der Mitte zwischen dem Spiegeleisen und blumigen Floß. Das specifische Gewicht des weißen Roheisens beträgt im Mittel 7,5, weshalb ein rheinländischer Kubikfuß 496 Kölner Pfund und ein Kubikzoll $9\frac{1}{8}$ Loth wiegt.

Das graue Roheisen zeigt alle Farbenabstufungen zwischen dem dunkelsten Schwarz (schwarzes, übergares Roheisen) und lichtem Grau, so daß nicht selten in einem Stück mehrere Nuancen von Grau vorkommen. Die dunkleren Farbentöne bedingen in der Regel stärkern Metallglanz, als die helleren. Nicht selten kommen beide Roheisenarten in einem Stücke vor, und zwar entweder in besondern Lagen (streifiges Roheisen), oder das eine in die Masse des andern zerstreut, so daß im grauen Pünktchen von weißem, und umgekehrt im weißen Pünktchen von grauem Roheisen sich zeigen, welches

man halbirtes Roheisen nennt. Das specifische Gewicht des grauen Roheisens ist im Mittel 7,0, also wiegt ein Kubikfuß 462 Pfund, ein Kubikzoll 8⅔ Loth.

Die Textur des grauen Roheisens geht vom vieleckig körnigen Gefüge zu einer feinschuppigen, fast dichten Bruchfläche über; je mehr das körnige Gefüge zurücktritt, um so lichter wird auch die Farbe. Die Textur des weißen Roheisens geht aus dem blättrig strahligen ins kleinsplittrige und dichte Gefüge über; je mehr die weiße Farbe sich mindert, um so mehr verwischt sich auch das strahlige Gefüge. Im Spiegeleisen selbst ist eine deutlich krystallinische Bildung zu bemerken, und nicht selten finden sich auch Blättchen in Höhlungen angeschossen.

Das graue Roheisen ist ungleich weniger hart, als das weiße, und je dunkler das graue ist, desto leichter läßt es sich drehen, feilen, bohren und überhaupt bearbeiten; je mehr es aber lichtgrau ist, desto weniger. Die Härte des weißen Roheisens ist so groß, daß es in Glas schneidet und von der besten englischen Feile nicht angegriffen wird; die Härte des Spiegeleisens übertrifft die des härtesten Stahls. Man hat daher auch das weiße Roheisen Hartfloß und das graue Weichfloß genannt. In der Glühhitze verliert das Roheisen an seiner Härte und Sprödigkeit und läßt sich zersägen.

Die absolute Festigkeit des Roheisens ist noch nicht untersucht, die des grauen sehr schwankend gefunden worden; man kann annehmen, daß, wenn dasselbe auf einem Quadratzoll Querschnitt 20000 Pfd. trägt, es zu den festern Sorten gehöre; die rückwirkende Festigkeit des Roheisens ist größer als die des Stabeisens, und zwar im weißen größer als im grauen.

Roheisen dehnt sich in der Wärme von 0 bis

100° C. um 0,0011 oder um $\frac{1}{901}$ seiner Länge aus. Gußeiserne Geräthe, welche der Hitze oft ausgesetzt werden müssen, erhalten ein größeres Volum, was beim Einmauern von Kesseln, Röhren u. a. m. nicht zu übersehen ist. Auch das Roheisen läuft in der Hitze farbig an und die Temperaturen, in denen dies geschieht, sind ziemlich denen des Stabeisens gleich; weißes Roheisen wird eher weißglühend als graues, dieses etwas eher als das Stabeisen. Die Schmelzpunkte der verschiedenen Roheisenarten sind, nach Pouillet's Untersuchungen, folgende: Spiegeleisen mit dem meisten Kohlenstoffgehalt schmilzt bei 1050° C., andere Sorten weißes Roheisen bei 1100° C., graues Roheisen bei 1200° C. Die Schweißhitze des Stabeisens hat dagegen eine Temperatur von 13 bis 1400°.

Das graue Roheisen ist weit dünnflüssiger als das weiße; dieses ist gar nicht, wohl aber jenes schweißbar, obwohl die Schweißung mit vielen Schwierigkeiten verbunden ist. Geschmolzenes Roheisen erscheint dichter als das starre, indem letzteres auf erstern, wenn es heiß ist, schwimmt, nicht aber im kalten Zustande. Das graue Roheisen dehnt sich beim Uebergange in den starren Zustand mehr aus, als das weiße; auch füllt es die Formen besser. Die Größe des Schwindens (das Schwindmaß) beim Erkalten scheint beim Roheisen zwischen $\frac{1}{25}$ und $\frac{1}{98}$ der Längendimensionen zu liegen und beträgt bei gutem grauen Roheisen, welches am Meisten zur Gießerei benutzt wird, im Mittel $\frac{1}{96}$; 1000 Thl. Roheisen würden sich demnach auf 858—942 zusammenziehen. Wird das graue Roheisen geschmolzen und bei mäßiger Hitze längere Zeit erhalten, so bekommt es lichtere Farbe und wird geschmeidig, aber nie dadurch zu weißem Roheisen, sondern es nähert sich der Natur des Stabeisens. Schmelzt man es, vor dem Zutritte

der Luft völlig geschützt, um, so bleibt es völlig unverändert, selbst nach dem langsamen Erkalten; bringt man es aber durch Eingießen in Wasser plötzlich zum Erstarren, so verhält es sich wie weißes und halbirtes Roheisen. Daher kommt es auch, daß es beim Einguß in feuchte Formen oder in eiserne Schalen am Rande weiß, im Kerne grau aussieht (Schalenguß). Erhitzt man weißes Roheisen langsam unter Zutritt der Luft, so verliert es unter der Glühspandecke sein blättrig-strahliges Gefüge, seine Härte und weiße Farbe; es erhält eine körnige Textur mit grauer Farbe, es wird weich, dehnbar und nähert sich in seinem Verhalten dem Stahl. Auch bei gänzlich abgehaltenem Luftzutritt erleidet das Roheisen obige Veränderung, nur viel langsamer, so unter einer Decke von Kohlenpulver, gebranntem Kalk, feuerfestem Thon, Asche, besonders Knochenasche. Schmelzt man weißes Roheisen unter einer Decke von Kohlen oder Glas in schwacher Hitze und gießt es dann aus, so hat es nach wie vor seine Farbe, Härte, sein Gefüge; schmelzt man es aber in möglichst hoher Temperatur und läßt es sehr langsam erkalten, so ändert es sich in graues Roheisen um; dies geschieht sowohl in Schachtöfen, als auch in Tiegeln, aber nur dann, wenn die Hitze bedeutend höher als die Schmelzhitze des weißen Roheisens war und das Abkühlen langsam geschah.

Hieraus folgt, daß sich das graue Roheisen zum Umschmelzen besser eignet, als das weiße, da es weit dünner fließt, weniger Abgang durch Glühspan erleidet und weit weniger durch den Zutritt der Luft verändert wird als jenes.

Das vollkommenste Spiegeleisen enthält die größte Menge Kohlenstoff, etwa 5,25°/₀; bei 4,25°/₀ Kohlenstoffgehalt ist die Abnahme des blättrigen Gefüges noch nicht sehr merklich; bei einem geringern Gehalt an Kohlenstoff geht das Gefüge aber ins Körnige über.

Die luckigen Flosse enthalten nur noch 3,5°/₀ und verhalten sich wie ein sehr harter Stahl.

Im grauen Roheisen ist nur ein Theil des Kohlenstoffs chemisch gebunden, der größere Theil nur mechanisch in Form von Graphit (Garschaum, Eisenschaum der Hüttenleute) beigemengt. Man muß daher beim grauen Roheisen gebundenen und ungebundenen Kohlenstoff unterscheiden. Letzterer beträgt zwischen 2,57 und 3,75°/₀, der gesammte Kohlenstoffgehalt im grauen Roheisen zwischen 3,15 und 4,65°/₀; er ist also geringer als im Spiegeleisen und den mehrsten Arten des weißen Roheisens, und diejenige Portion Kohlenstoff, welche mit dem Eisen selbst chemisch verbunden, ist nicht selten geringer, als in manchen Stahlarten, indem er nur 0,58 bis 1,03°/₀ beträgt. Endlich scheint auch noch im grauen Roheisen ein kleiner Antheil Kohlenstoff mit sehr wenig Eisen zu sehr gekohltem Eisen (Polycarburet des Eisens nach Karsten, dem wir diese Untersuchungen und die darauf gegründete Theorie verdanken) verbunden zu sein, und dieses sich unter der übrigen Masse zu befinden.

Das weiße Roheisen löst sich in verdünnten Säuren fast gar nicht auf; verdünnte Salz- und Schwefelsäure bedingen erst nach mehreren Wochen ein Abscheiden von graphitartigem Staub (Polycarburet); auch das graue Roheisen wird äußerst langsam angegriffen und hinterläßt vorzüglich Graphit.

Außer dem Kohlenstoff findet man noch folgende fremde Stoffe im Roheisen: Mangan, welches in bedeutender Menge vorhanden sein kann, ohne der Festigkeit nachtheilig zu sein; Titan, welches sich ähnlich zu verhalten scheint; Phosphor, Schwefel, Kiesel, Calcium, Magnesium, und Chrom, welche die Festigkeit des Eisens in einem hohen Grade vermindern, sich aber beim Verfrischen ganz abscheiden.

Stab- oder Schmiedeeisen, weiches Eisen.

Es hat eine lichtgraue Farbe auf dem Bruche, die sich einerseits ins Weiße, andererseits ins Dunkle zieht; da aber, wo es der Luft und namentlich der feuchten Luft ausgesetzt war, hat es eine sogenannte eisenschwarze Farbe. Es besitzt vollkommenen Metallglanz; je stärker dieser bei graulich weißer Farbe und je schwächer bei sehr lichter Farbe ist, desto besser ist das Eisen. Spielt die Farbe bei sehr starkem Glanz ins Bläuliche, so ist das Eisen verbrannt; ist sie weiß bei sehr starkem Glanz, so ist es kaltbrüchig.

Die Krystallform des Eisens ist das Oktaeder; die ursprüngliche Textur des Stabeisens ist körnig und zackig, sie wird aber durch das Schmieden sehr verändert, desto mehr, je öfter der Stab ausgereckt wurde; hierdurch entsteht die sehnige Textur, ein Beweis für die große Zähigkeit und Güte des Eisens; die Sehnen oder Adern haben dann eine lichte Farbe. Gröbere oder feinere, vielkantige Körner, die der Bruchfläche zuweilen ein schuppiges Ansehen geben, zeigen ein schlechtes, brüchiges Eisen an. Sind die Körner schiefrig, so ist das Eisen verbrannt; sind sie ganz flach und schuppig, so ist es kaltbrüchig; sind sie kantig und mit Sehnen untermischt, so ist es roh, schlecht gefrischt.

Rothbrüchiges Eisen zeigt immer lange Sehnen. Das zackigkörnige Eisen ist das dichteste und zum Poliren am Meisten geeignet, das kantigförmige, weiche am Wenigsten. Jedes Eisen ist nicht völlig frei von undichten Stellen, wodurch Schiefer entstehen.

Man unterscheidet hartes und weiches Eisen. Das weiche und zähe Eisen zeigt eine langsehnige Textur, lichte Adern, deren Farbe das Mittel zwischen



Silberweiß und Bleigrau hält. Ein solches ist von vorzüglicher Güte, obgleich es dem harten, zähen Eisen, welches nur in dünnen Stäben ein silberweißes, adriges Gefüge bekommt, nachstehen muß. Das weiche Eisen, welches ein kurzsehniges Gefüge hat, dessen Farbe auf dem Bruche das Mittel zwischen Blei- und Schwarzgrau hält, ist weich und mürbe, besitzt neben der Weichheit keine Festigkeit und gehört zu den schlechteren Eisensorten, welche sich bald abnutzen und der äußern Gewalt auch nicht stark widerstehen. Das spec. Gewicht des Stabeisens ist nach Maßgabe seiner Verschiedenheit nothwendig nicht gleich und beträgt im Durchschnitt 7,6, so daß ein rheinländischer Kubikfuß 501,6 Cöln. Pfd. und ein Cubikzoll 9,18 Loth wiegt.

Wird glühendes Eisen in kaltem Wasser abgelöscht, so wird es dadurch nur dann bedeutend härter, wenn es stahlartig ist. Geschmeidiges Stabeisen kann durch langes Kalthämmern spröde werden, allein dieser Zustand wird durch Ausglühen wieder gehoben. Glühend ist das Eisen weich und läßt sich mit Scheeren und zwischen dem Schneidwerke zerschneiden.

Stabeisen wird stärker vom Magnet angezogen und ist leichter attractorisch als Stahl, verliert aber auch diese Eigenschaft schneller als dieser. Nicht jede Sorte Stabeisen ist für den Magnetismus gleich empfänglich.

Die absolute Festigkeit des Eisens hängt nicht allein von der innern Beschaffenheit desselben, sondern auch von der Behandlung im Feuer ab; auch hat die zum Zusammenpressen angewendete Kraft und folglich auch die Stärke des Stabes bedeutenden Einfluß.

Gutes Stabeisen muß in Quadratstäben, auf die ursprüngliche Querschnittfläche bezogen, in Stäben von 1 rheinl. Zoll ins Geviert 58000 Pfd., von ½ Quadratzoll 75000 Pfd., von ¼ Quadratzoll 90000 bis

100000 Pfd., auf eine Fläche des Querschnitts von einem rheinl. Quadratzoll berechnet, tragen können, ehe es reißt. Die absolute Festigkeit des Eisendrahts ist aber, je feiner, noch bedeutend größer. Der feinste Draht würde nach obiger Berechnungsweise 130000 Pfd., auf einen Quadratzoll Fläche berechnet, tragen können.

Von der Dehnbarkeit des Eisens hängt seine Anwendung zu Draht und Blech ab. Stabeisen dehnt sich beim Erwärmen von 9 bis 100° ungefähr um $\frac{1}{800}$ aus. Beim Erhitzen läuft es an der Oberfläche gleich dem Stahl an und behält die Farben dauernd; kurz vor dem Glühen zeigt es eine dunkelblaue. Die Ursache dieses Farbenspiels liegt offenbar in der Oxydation des Eisens. Die Temperaturgrade der verschiedenen Glühungsstufen des Stabeisens sind nach Pouillet folgende: Rothglühhitze im Finstern 525° C., im Hellen 700° C.; Weißglühhitze 1300 bis 1400° C.; Schmelzpunkt des Stabeisens 1500 bis 1600°.

Weißglühendes Eisen kann zusammengeschweißt werden, weshalb man diesen Hitzegrad auch die Schweißhitze nennt. Hartes Stabeisen schweißt früher als weiches; sehr schwer schweißendes Eisen ist schlecht und unbrauchbar und hat es auch sonst gute Eigenschaften. Dagegen giebt es aber auch Eisen, welches sehr gut schweißt, dem aber andere Eigenschaften eines guten Eisens abgehen.

Rothbrüchig nennt man dasjenige Eisen, welches zwar gut schweißt, aber bei abnehmender Temperatur, besonders in der Rothglühhitze, beim Schmieden und sonstigen Bearbeiten Risse und Sprünge an den Kanten zeigt. Der geringere Grad des Rothbruchs zeigt sich dadurch, daß rothglühendes Stabeisen unter dem Hammer unganz wird, Schiefer bekommt und sich spaltet. Eine Hauptursache dieser

Unart des Eisens liegt in einem sehr geringen Schwefelgehalt, der oft nur $\frac{1}{10000}$ beträgt. Weit weniger nachtheilig wirkt ein Kupfergehalt, dem man sonst gewöhnlich auch die Eigenschaft zuschreibt, das Eisen rothbrüchig zu machen.

Nicht gehörig gefrischtes Eisen ist rohbrüchig, d. h., es ist sowohl in der Hitze als Kälte brüchig.

Kaltbrüchig ist endlich das Eisen, wenn es ohne Wärme leicht zerspringt. Solch Eisen schweißt übrigens gut und ist meistentheils phosphorhaltend, allein in weit höherem Grade, als das rothbrüchige Eisen schwefelhaltig ist, indem 0,3% Phosphor noch keine Verminderung der Festigkeit bewirken, dagegen aber 0,6 bis 0,8% eine geringere oder stärkere Brüchigkeit herbeiführen. Zinn, Arsenik, Spießglanz und Chrom machen das Eisen auch kaltbrüchig, ein Kieselgehalt faulbrüchig, hart und mürbe, wenn auch dieser Fehler nicht allein vom Kieselgehalt abhängt. Setzt man beim Frischproceß zuviel Kalkstein zu, so kann das Eisen auch Calcium aufnehmen und wird dann hadrig.

Kommen im Innern des Stabeisens Stellen vor, wo durch eingemengte Schlackentheile der Zusammenhang des Metalles unterbrochen ist, so sagt man, es sei unganz. Bei der Bearbeitung zeigen sich solche unganze Stellen, die der Festigkeit sehr nachtheilig sind, auf der blanken Eisenfläche als schwärzliche Linien oder Flecke, die man nur zu häufig findet.

Schiefer nennt man solche Theile des Eisens, welche sich bei der Verarbeitung in Folge unganzer Stellen von der Hauptmasse mehr oder weniger ablösen; Aschenlöcher sind kleine, unganze Stellen, die nur beim Poliren als graue Pünktchen zum Vorschein kommen.

Da das Stabeisen bei seiner Darstellung und Verarbeitung nie in flüssigen Zustand versetzt werden

kann, sondern immer nur geschmiedet oder gewalzt und geschweißt wird, so ist eine völlige Gleichförmigkeit seiner Masse unmöglich zu erreichen, worin nebst den unganzen Stellen auch die Erscheinung ihren Grund hat, daß so häufig verschiedene Theile eines Eisenstücks auffallend verschiedene Härtegrade zeigen.

Die Erfahrung lehrt, daß Stabeisen bei einer schnellen Erhitzung und möglichst abgehaltenem Luftzutritt unter einer Decke von Glühspan oder Schlacken oder Sand (Schweißsand) in der sogenannten saftigen Schweißhitze von seiner guten Beschaffenheit nichts verliert. Wird es aber anhaltend einer Glühhitze bei freiem Zutritt der Luft, einer sogenannten trocknen Hitze, ausgesetzt, so verliert dasselbe nach dem Erkalten von seiner Zähigkeit und nimmt die Eigenschaften des mürben, weichen Eisens an, wird sogenanntes überwärmtes, verbranntes Eisen. Daher muß das Eisen immer so schnell als möglich erhitzt werden, um es nicht zu verderben, und daher mag es auch kommen, daß ausgeglühter Draht eine geringere Festigkeit besitzt, als unausgeglühter. Wird dagegen Eisen ohne Luftzutritt, z. B. im Tiegel unter einer Glasglocke, noch so heftig geglüht, so behält es alle seine Eigenschaften unverändert. Setzt man es der Einwirkung glühender Kohlen in anhaltender Weißglühhitze und ohne den geringsten Luftzutritt aus, so wird es in Cementstahl verwandelt.

Stabeisen enthält stets Kohlenstoff, 0,5°|₀ im harten, festen, vorzüglich guten, 0,2°|₀ in den weichsten Sorten; verbranntes Stabeisen enthält keine Spur von Kohlenstoff. Behandelt man Stabeisen mit verdünnten Säuren, so wird die Einwirkung derselben desto mehr verzögert, je mehr Kohlenstoff das Eisen enthält; Stabeisen wird von jenen nur langsam, mit Hinterlassung eines schwarzen, graphitartigen Rück-

standes gelöst, welcher noch Eisen enthält (Polycarburet des Eisens).

Chemisch reines Eisen erhält man, wenn man 4 Theile Feilspäne von Stabeisen mit 1 Theil Hammerschlag unter einer Bedeckung von grünem, bleifreiem Glase in einem hessischen Tiegel bei dem heftigsten Feuer einer Schmiedeesse schmelzt, oder indem man reines Eisenoxyd mit Wasserstoffgas in einem eigenthümlichen Apparate reducirt. Das auf die letztere Weise dargestellte Eisen erscheint als ein schwarzgraues, sehr feines Pulver und entzündet sich beim Ausschütten an der Luft von selbst. Auf nassem Wege stellt man metallisches Eisen dar, wenn man reines Zink in eine möglichst neutrale Auflösung von Eisenchlorür taucht, worauf nach kurzer Zeit, besonders wenn man die Flüssigkeit zum Sieden bringt, das Zink brüchig und magnetisch wird, so daß zuletzt nichts als ein zerreibliches Stück reines Eisen zurückbleibt. Noch besser ist es, das Zink an einem blanken Kupferstreifen zu löthen. Das Eisen lagert sich dann langsam auf das Kupfer ab. Eisen, welches gar keinen Kohlenstoff enthält, soll nicht schweiß- und hämmerbar sein.

Der Luft ausgesetzt, rostet das Eisen, d. h., es oxydirt sich, aber nur in feuchter, nicht in trockener Luft; auch verhindert eine gute Politur das Rosten, denn poröse Stellen, Schiefer und Borsten rosten immer. Ueberhaupt rostet Stabeisen schneller als Roheisen und Stahl, besonders leicht das rothbrüchige, am Wenigsten und Langsamsten das kaltbrüchige Eisen. Von der chemischen Zusammensetzung des Rostes reden wir an einem andern Orte. Wird Eisen in reines Wasser getaucht, welches frei von Kohlensäure und gänzlich abgeschnitten von der Atmosphäre ist, so oxydirt sich dasselbe nicht; sondern nur unter Mitwirkung

dieser Säure erfolgt die Einwirkung des Wassers auf das Eisen.

Der Stahl.

Er besitzt eine graulichweiße, ins Weiße übergehende Farbe, vollkommenen Metallglanz, ist aber nicht stark glänzend, seine Textur ist zackigkörnig. Je dichter und gleichartiger das Korn, desto besser ist der Stahl. Ausgezeichnet körniges Gefüge, blaues, weißschimmerndes Korn, sehnige und adrige Stellen sind ein Beweis noch vorhandenen Eisens. Der Stahl ist dichter als Eisen und zur Politur weit mehr geeignet. Das spec. Gewicht wechselt zwischen 7,4 und 7,8; es beträgt im Mittel 7,7, so daß ein Kubikfuß 508,2 Pfd. und ein Kubikzoll 9,4 Loth wiegt; am dichtesten ist Gußstahl, minder dicht Cementstahl. Stahl ist härter als Eisen, läßt sich nicht so leicht in andere Formen bringen, als dieses; sein vorzüglich characteristisches Kennzeichen ist aber, daß es durch's schnelle Abkühlen nach dem Glühen hart wird, worüber wir an einem andern Orte ausführlicher reden werden. Ungehärteter Stahl verhält sich wie das härteste Stabeisen und muß zugleich einen hohen Grad von Zähigkeit besitzen; gehärteter Stahl muß aber eine solche Härte annehmen, daß er von der besten Feile nicht angegriffen wird und Glas schneidet.

Die absolute Festigkeit des Stahls ist bedeutend größer als die des Eisens; gehärteter Stahl ist aber minder fest als ungehärteter, wogegen der gehärtete wohl eine größere rückwirkende Festigkeit haben dürfte, als der ungehärtete. Guter Stahl ist elastisch biegsam und jemehr er diese Eigenschaft besitzt, desto fester ist er auch. Für einen Quadratzoll Querschnitt beträgt die Festigkeit geschmiedeter oder gewalzter Stahlstäbe 50000 bis 137000 Pfd., bei Stahldraht, hart-

gezogen, 104500 bis 146000 Pfd., ausgeglüht 74000 bis 76000 Pfd.

Stahl wird schwieriger attractorisch als Stabeisen und erfordert ein längeres Magnetisiren, hält aber auch den Magnetismus fester. Stahl dehnt sich von 0 bis 100° um $\frac{1}{800}$ oder, nach andern Angaben, um $\frac{1}{900}$ aus. Beim Erwärmen zeigt der Stahl, wie das Eisen, eine merkwürdige Farbenerscheinung; es entstehen nämlich bei langsam zunehmender Wärme nach einander verschiedene Farben. Diese treten bei einer etwas geringern Temperatur ein, als beim Stabeisen, so daß der Stahl oft schon die dritte Farbe zeigt, während das Eisen erst die zweite annimmt; auch laufen harte Stellen eher an, als weiche. Erhitzt man ein blankes Stahlstäbchen, so zeigt sich die erste Spur von einer sehr blaßgelben Färbung bei 430° F. (221° C.), dies ist die Temperatur, bei welcher man Lancetten anläßt. Bei 450° F. (232° C.) zeigt sich eine blasse Strohfarbe, welche für die besten Rasirmesser und die mehrsten chirurgischen Instrumente die passendste ist; 490° F. (254° C.) erzeugt eine braune Farbe, zum Anlassen von kleinen Scheeren, Blechscheeren, Meißeln zum Gebrauch auf Eisen ꝛc. Bei 510° F. (266° C.) zeigen sich purpurne Flecken, und dies ist die rechte Temperatur zum Anlassen von Aexten, stärkern Meißeln, Hobeleisen, Taschenmessern; die Purpurfarbe tritt bei 530° F. (278° C.) ein, für Tischmesser, größere Scheeren anwendbar. Hellblau spielt die Oberfläche bei 550° F. (288° C.), die Anlaßhitze für Klingen, Uhrfedern und Federn aller Art; 560° F. (293° C.) wird die Farbe vollblau, die höchste Temperatur zum Anlassen für dünne, feine Sägeblätter, Bohrer, für alle Instrumente, die einen hohen Grad von Elasticität erfordern. Die letzte Farbe, die sich beim Anwärmen zeigt, ist dunkelblau, fast schwarzblau, bei 600° F. (316° C.), diejenige Temperatur,

bei welcher durch's Anlassen die stärkste Verminderung der Härte und Sprödigkeit bewirkt wird, wie für Hand- und Stichsägen, die man feilen, schränken und dadurch schärfen muß. Auch wendet man diee Hitze zum Anlassen gewisser Arten von Federn an.

Ebenso wird auch Stahl eher weißglühend als Eisen, und zwar harter Stahl eher als weicher; der Schmelzpunkt soll nach Pouillet, je nach seiner Beschaffenheit, bei 1300 bis 1400° C. liegen.

Der Stahl schweißt früher als Eisen und setzt nicht so schnell Glühspan an, als dieses, wird durch anhaltende trockne Glühhitze in Eisen verwandelt, indem dadurch der Kohlenstoffgehalt bedeutend abnimmt, und endlich wird er mürbe. Es ist deshalb erforderlich, den Stahl bei der Bearbeitung vor dem Gebläse möglichst gegen die Luft zu schützen, mehr noch als Eisen. Setzt man Stahl in Berührung mit Kohlenstaub einer lang anhaltenden Glühhitze aus, so wird er mürbe, verliert alle Festigkeit und nimmt einen roheisenartigen Zustand an; setzt man die Hitze bis zum Schmelzen fort, so wird er wirklich zu Roheisen. Will man daher Stahl schmelzen, ohne daß derselbe an seiner Güte verlieren soll, so muß er weder der Luft ausgesetzt, noch unter einer Kohlendecke geschmolzen werden. Geschmolzener Stahl bietet dieselben Erscheinungen beim Erkalten dar, wie der glühende; erkaltet er nämlich plötzlich, so wird er hart, weiß, äußerst spröde, dem weißen Roheisen ähnlich; erkaltet er aber langsam, so ist er weich und nicht gehärtet.

Unter Härten versteht man das plötzliche Abkühlen des glühenden Stahls in kalten, am Zweckmäßigsten in tropfbar flüssigen Substanzen. Der geglühte und langsam von selbst erkaltete Stahl ist wenig härter als Eisen und hat dieselben Eigenschaften wie

vor dem Glühen. Durch's Härten erleidet der Stahl folgende Veränderungen:

1. Er behält zum Theil das durch's Erhitzen vergrößerte Volum, wogegen der erhitzte und langsam erkaltete Stahl sein voriges Volum wieder annimmt; seine Dichtigkeit, spec. Gewicht, nimmt daher durch's Härten etwas ab, nicht so beim langsamen Erkalten.

2. Der Stahl erhält durch's Härten eine glatte, völlig metallisch glänzende Oberfläche, indem die Glühspandecke beim plötzlichen Erkalten abspringt.

3. Gehärteter Stahl zeigt ein feines Korn, so daß mit unbewaffnetem Auge keine körnige Textur mehr sichtbar ist.

4. Seine Farbe wird lichter, und er erhält mehr Glanz, als er vor dem Härten besaß.

5. Er wird sehr hart und fest.

Bei einer großen, der Natur des Stahls nicht angemessenen Erhitzung und nachmaligem Abkühlen nimmt die Festigkeit ab, Härte und Sprödigkeit aber zu, und endlich wird er so hart und spröde, daß er sich wie Glas pülvern läßt.

Alle diese Veränderungen hängen theils von der Stärke der Erhitzung, theils von der Temperatur und Wärmeleitungsfähigkeit der Flüssigkeit ab. Daraus, daß Stahl durch's Härten ein vergrößertes Volum erlangt (es soll ungefähr um $\frac{1}{48}$ zunehmen), erklärt es sich, weßhalb Gegenstände, die aus Eisen und Stahl oder aus härterm und weicherm Stahl zusammengeschweißt sind, sich beim Ablöschen verziehen, sich werfen. Jedoch scheint nicht jeder Stahl durch's Härten ein vergrößertes Volum anzunehmen.

Der Stahl muß nicht stärker gehärtet werden, als nöthig ist, um den ganzen Grad seiner Elasticität zu gewinnen; je leichter ein Stahl die Härte annimmt, je weniger man denselben zu erhitzen braucht,

desto besser ist er. Der vollkommenste Stahl verbindet mit der größten Härte die größte Elasticität; um jedoch dessen fähig zu sein, muß er frei von fremdartigen Bestandtheilen, auf's Innigste mit Kohlenstoff durchdrungen und auf's Gleichartigste mit letzterm verbunden sein.

Da das Härten des Stahls dadurch bedingt wird, daß ein plötzlicher Temperaturunterschied zwischen dem glühenden Stahl und der kalten Substanz, mit welcher er in Berührung gebracht wird, obwaltet, von dessen Grad die gröbere oder geringere Härte, die der Stahl annimmt, abhängt, so könnte man diesen Zweck entweder dadurch erreichen, daß man bei gleichem Hitzgrad des Stahls die Temperatur der Flüssigkeit beim Härten verschiedentlich ändert, was fast gänzlich unausführbar ist, oder bei gleicher Temperatur der erstern die Hitzgrade des Stahls abändert, welches aber darum unpractisch ist, weil bei geringerer Härte ein geringerer Grad von Elasticität und Festigkeit gegeben ist. Da nun aber auch durch das Härten eine gewisse Sprödigkeit eintritt, die um so geringer, je weniger die Hitze übertrieben, und je gleichförmiger der Stahl, so wird durchaus eine zweite Operation nothwendig, das Anlassen oder Nachlassen, wodurch dieser Uebelstand wieder aufgehoben wird.

Die Stärke der Erhitzung des Stahls beim Härten bleibt der Erfahrung und dem Auge des Arbeiters lediglich überlassen, wobei die verschiedenartige Beschaffenheit eines und desselben Stahls gar viele Schwierigkeiten verursacht. Die zum Härten nöthige Hitze liegt zwischen der Kirsch- und Rosenrothglühhitze, zwischen 800 und 1100° C.; es gibt kein anderes Mittel zur Beurtheilung der richtigen Glühhitze, als die Farbe des glühenden Stahls. Je größer die Hitze ist, bei welcher der Stahl gehärtet

wird, desto gröber und weißer ist das Korn; ein feines, graues und mattes Korn zeigt einen zu geringen Grad von Hitze an; ein feines, weißes und glänzendes Korn beweis't, daß die Hitze beim Härten zweckmäßig gewählt ist.

Das Härten geschieht gewöhnlich in kaltem Wasser, in fließendem besonders dann, wenn große Stücke und viel nacheinander zu härten ist, weil bei fließendem Wasser stets erneuerte Wassertheile mit dem Stahl in Berührung kommen. Es geschieht gewöhnlich durch Eintauchen, seltener durch Aufgießen. Je kälter das Wasser, desto härter wird bei gleicher Erhitzung der Stahl und umgekehrt; weiches Wasser härtet weniger, als hartes oder Salzwasser, verdünnte Mineralsäuren (verdünnte Salpetersäure, Schwefelsäure), welche bessere Wärmeleiter sind. Beim Ablöschen in Quecksilber erhält man eine größere Härte, als im Wasser; aber der Stahl wird spröder und brüchiger. Man hat auch Weingeist zum Härten von Wagenfedern und Patrizen für Graveure angewendet, auch fette Oele und Talg zum Härten schneidender Instrumente, wodurch Hartborsten vermieden werden, aber auch nur eine geringere Härte erlangt wird; jedoch sollen so gehärtete Instrumente keine feine Schneide annehmen. Die Uhrmacher härten stählerne Wellengetriebe in Talg. Soole und Urin zieht man beim Härten der Feilen vor, und in England thut man dabei Knochenasche in Salzwasser. Auch in der Luft wird gehärtet, indem man die glühenden Stahlwaaren schnell durch die Luft bewegt, sowie es mit den Damascener Säbeln im Oriente geschehen soll. Man hat selbst verdichtete Luft vorgeschlagen.

Beabsichtigt man, ein Stahlstück nur theilweise zu härten, so taucht man entweder nur den betreffenden Theil in das Wasser, oder umkleidet das Uebrige

dicht mit Lehm, damit es beim Eintauchen nicht mit dem Wasser in Berührung komme.

Dünne Stücke oder dünne Theile eines Stücks härten sich stärker als dicke, weil jene schneller von Abkühlung durchdrungen werden. Da dickere Stücke länger die Hitze halten, so ist es auch am Zweckmäßigsten, die dünnen Theile eines Stücks zuerst einzutauchen, damit sie nicht Zeit haben, sich vorher abzukühlen. Die ungleich große Zusammenziehung in verschiedenen Theilen eines der Härtung unterworfenen Gegenstandes, welche in ungleicher Dicke, in ungleichförmiger Beschaffenheit des Stahls, in ungleicher Erhitzung und in einer unzweckmäßigen Art des Eintauchens ihren Grund haben kann, verursacht sehr oft eine Krümmung oder andere unwillkommene Formveränderung (das Werfen, Ziehen, Verziehen) oder gar Sprünge (Borsten, Härterisse), welche letztere zuweilen selbst mit der gänzlichen Absonderung, dem Losspringen, einzelner Stücke verbunden sind. Die Erfahrung und Uebung des Arbeiters kann viel zur Verminderung solcher Zufälle beitragen. So z. B. darf man flache und dünne Gegenstände nicht mit der Fläche, sondern man muß sie mit einer Kante in das Wasser tauchen. Man läßt auch den Stahl nicht ruhig im Wasser, sondern bewegt ihn sogleich nach dem Eintauchen darin herum. Oefters hat die größere oder geringere Nähe des eingetauchten Stücks an der Gefäßwand einen bemerklichen Einfluß, indem dadurch zu beiden Seiten sich ungleich große (folglich mit ungleicher Abkühlungskraft begabte) Wassermassen befinden.

Ein wichtiger Umstand ist die Entstehung von Glühspan beim Härten, welche manche Gegenstände ganz verderben würde, wenn man ihr nicht nach Möglichkeit vorbeugte. Am Meisten schadet natürlich der Glühspan, wenn die Oberfläche mit feinen Her=

vorragungen oder Vertiefungen bedeckt ist, welche unversehrt bleiben sollen, wie z. B. die Feilen, gravirte Gegenstände und dgl. Man muß daher beim Erhitzen die Stücke so zwischen die Kohlen legen, daß sie gut davon eingehüllt sind, und die Luft nirgends frei und unmittelbar auf sie wirken kann. Noch besser ist es, vor dem Glühen den Stahl mit einem Brei von Roggenmehl und Kochsalzauflösung oder mit weicher Seife zu überziehen, oder sie durch Einsetzen zu härten, d. h. in einer eisenblechernen Büchse unter Kohlenpulver zum Glühen zu bringen.

Das Anlassen oder Nachlassen geschieht durch gelindes Erhitzen des gehärteten Stahls, bis die weiter oben angegebenen Anlauffarben erscheinen. Jemehr man den gehärteten Stahl erhitzt, desto mehr nimmt seine Härte ab; deßhalb müssen Stahlwaaren, bei denen Härte die Hauptsache ist, wenig, wo Zähigkeit, weit mehr erhitzt werden und, wenn hauptsächlich Elasticität erfordert wird, blau anlaufen.

Der Wootz verlangt beim Anlassen eine um 40° höhere Wärme, als der beste englische Gußstahl.

Hat der Stahl beim Anlassen die gewünschte Farbe, so wird er in Wasser abgelöscht, damit er nicht durch allmäliges Auskühlen weich werde. Die Anlauffarben dringen nicht in das Innere und lassen sich daher leicht wieder abschleifen. Sie stehen ferner in keiner unmittelbaren Beziehung zu der Härte des Stahls; denn auch weicher Stahl, ja Schmiedeeisen und Gußeisen laufen an, letztere beide aber weniger schön. Die Farben sind nur ein Kennzeichen und eine Folge der steigenden Hitze, und sogar dieses nicht mit größter Genauigkeit; denn verschiedene Stahlsorten erlangen eine gleiche Farbe bei etwas verschiedenem Hitzgrade; so daß der Arbeiter erst seinen Stahl in dieser Beziehung kennen lernen muß, um ihm mit Sicherheit den beabsichtigten Hitzgrad zu

ertheilen. Ungleichmäßige Erhitzung oder eine ungleiche innere Beschaffenheit des Stahls ruft auch die Farben an verschiedenen Stellen eines Gegenstandes ungleich schnell hervor und bewirkt ein fleckiges Ansehen.

Es ist nicht ganz leicht, eine größere Oberfläche mit einer einzigen Farbe recht gleichmäßig anlaufen zu lassen. Dies gelingt nur bei dem besten Stahl und bei sehr gleichmäßiger Erhitzung, wie sie fast nie über Kohlenfeuer, viel eher durch Hinziehen des Gegenstandes über ein stark erhitztes oder glühendes Eisenstück, am Besten mittelst eines geschmolzenen Metalles, worauf man den Stahl legt, zu erreichen ist. Nachstehende kleine Tabelle enthält die Angabe der vorzüglichsten Anlauffarben, der Temperatur, bei welcher sie ungefähr zum Vorschein kommen und der dazu tauglichen Metallmischungen:

Farbe	Temperatur	Metallmischung
Strohgelb	225° C.	2 Th. Blei, 1 Th. Zinn
Dunkelgelb	237,5° "	9 " " 4 " "
Purpurroth	250° "	3 " " 1 " "
Violet	262,5° "	9 " " 2 " "
Dunkelblau	322,5° "	Blei ohne Zusatz.

Nachdem man die Metallmischung in eine eiserne Pfanne gegossen hat, welche von Unten erwärmt werden kann, legt man die Stahlwaaren auf das erkaltete Metall und erhitzt dasselbe, bis es auf der Oberfläche zu schmelzen anfängt, worauf man die Stücke wegnimmt und — um das schon erwähnte Nachlau-

sen zu verhindern — in Wasser ablöscht. — Gegenstände, welche ungefähr eine Härte erhalten sollen, wie sie der dunkelvioletten Anlauffarbe entspricht, können durch das Abbrennen angelassen werden, indem man sie mit Talg beschmiert und hierauf so lange über Kohlen erhitzt, bis jener zu brennen anfängt.

Wird ein hartes Stahlstück nur theilweise erhitzt, so wird es natürlich auch nur an diesen Theilen weich. An vielen Werkzeugen müssen einzelne Theile angelassen, auch wohl ganz weich gemacht werden, z. B. an Feilen die Angel, an Punzen, Meißeln und dergl. das Ende, worauf mit dem Hammer geschlagen wird (wenn nicht dieses Ende von Eisen und der Stahl nur vorgeschweißt ist), an Sägeblättern die Enden, welche zur Befestigung durchlöchert werden. Bei kurzen und dünnen Stücken wird beim Erhitzen des einen Endes leicht auch das andere so heiß, daß es sich erweicht; man steckt deßhalb den Theil, der hart bleiben soll, in einen kalten und feuchten Körper, z. B. in eine saftige Rübe (so bei kleinen Metallbohrern 2c.).

Daß Stahl aus Stabeisen und Kohlenstoff bestehe, beweis't nicht allein die Erzeugung des Cement-, sondern auch die des Gußstahls hinlänglich. Die Menge des Kohlenstoffs ist in verschiedenen Stahlsorten ungleich, am Geringsten im Cementstahl, am Größten im Schmelzstahl, obschon dieser auch beträchtlich verschieden sein kann; je weniger Kohlenstoff der Stahl enthält, desto weicher, je mehr, desto härter ist er. Karsten gibt den Kohlenstoffgehalt im Roh- oder Schmelzstahl auf 2,3 bis 1,25%, im Cementstahl auf 1,75%, Andere geben ihn dagegen weit geringer an; ohne Zweifel, weil die Ermittelung des Kohlenstoffgehalts bedeutende Schwierigkeiten hat. Bei dem weichsten, eisenartigen Stahl scheint der Kohlenstoffgehalt nicht unter 0,9% zu sinken. Sehr

verdünnte Schwefel- und Salzsäure lösen ungehärteten Stahl langsam und mit Hinterlassung einer größern Graphitmenge auf, als beim Stabeisen; gehärteter Stahl löst sich dagegen in demselben ungemein schwer auf. Geringe Phosphormengen findet man häufig im Stahl.

Die obigen Betrachtungen über den dreifachen Zustand des Eisens, als Roheisen, Stahl und Schmiedeeisen, führen uns zu der natürlichen Folgerung, daß der chemische Unterschied zwischen denselben darin besteht, daß alle drei Verbindungen des reinen (im Großen nicht darzustellenden) Eisens mit Kohlenstoff sind, daß sie aber diese Beimischung, wie wir sahen, in verschiedener Menge enthalten. Es kann daher nicht überraschen, daß manche Sorten des Stabeisens ziemlich dem Stahle, manche Sorten des Stahls dem Roheisen und umgekehrt in ihren Eigenschaften sich nähern, kurz, daß die Grenzlinien zwischen Roheisen, Stahl und Stabeisen sich mehr oder weniger verwischen, und Mittelglieder oder Uebergänge gefunden werden, deren wahre Classification einigermaßen zweifelhaft ist: hiernach ist auch leicht zu begreifen, wie unter geeigneten Umständen eine Art des Eisens in die andere verwandelt werden kann.

a) Stabeisen wird zu Stahl durch Aufnahme von Kohlenstoff, indem man dasselbe zwischen Pulver von Kohle oder kohlenstoffhaltigen Körpern (Holzkohle, schwarzgebrannten Knochen, Ochsenklauen oder Pferdehufen, verkohlten Hornspänen oder Lederschnizzeln, Feilspänen von grauem Roheisen, blausaurem Eisenkali) anhaltend glüht, oder in der Glühhitze mit Kohlenwasserstoffgas in Berührung läßt.

b) Aus Stabeisen wird Roheisen, wenn man ersteres mit einer genügenden Menge von Kohle zum Schmelzen bringt.

c) Aus Roheisen bildet sich Stabeisen durch Verlust des Kohlenstoffs, bei längerem Schmelzen in Berührung mit einem Luftstrome und mit Eisenoxyden. In diesem Falle verbrennt der Kohlenstoff auf Kosten des Sauerstoffs der Luft und des Eisenoxyds.

d) Das Roheisen verwandelt sich in Stahl, wenn die unter c bezeichnete Behandlung früh genug unterbrochen wird, um noch einen hinlänglichen Theil des Kohlenstoffs in Verbindung mit dem Eisen zu lassen.

e) Selbst wenn Roheisen nur unter Luftzutritt längere Zeit im Flusse erhalten wird, erleidet es schon eine ähnliche, nur unvollkommnere Veränderung, wie die unter d angeführte, indem es einen gewissen Grad von Geschmeidigkeit erhält und dem Stahl einigermaßen ähnlich wird.

f) Weißes Roheisen, in Berührung mit der Luft geglüht, wird durch Einwirkung des auf der Oberfläche entstehenden Glühspans, welcher den Kohlenstoff zum Theil oxydirt (verbrennt), grau, weich, körnig und weniger spröde, kurz stahlartig.

g) Stahl nimmt die Eigenschaften des Stabeisens an und verliert die Fähigkeit, sich härten zu lassen, wenn er sehr stark oder zu wiederholten Malen geglüht wird. Man sagt dann, der Stahl sei verbrannt, und in der That beruht jene Veränderung auf einer mehr oder minder vollständigen Verbrennung des im Stahl enthalten gewesenen Kohlenstoffs. Diese Erfahrung ist den Eisenarbeitern sehr wohl bekannt, die sich deßwegen hüten, den Stahl zu überhitzen, oder zu oft in das Feuer zu bringen.

h) Der Stahl verliert endlich auch Kohlenstoff und wird weicher, überhaupt dem Stabeisen ähnlicher, wenn man ihn zwischen Feilspänen von Stab-

eisen (welche dabei Kohlenstoff aufnehmen) unter Ausschluß der Luft heftig glüht. Hierauf beruht das Entkohlen der Stahlplatten für den Stahlstich. Solche Platten haben vor Eisenblech den großen Vorzug, daß sie (aus geschmolzenem oder Gußstahl bereitet) frei von unganzen Stellen sind und doch dieselbe Weichheit besitzen können, wie Stabeisen.

Die Brennmaterialien.

Für das Eisenhüttenwesen ist die genaue Kenntniß der Brennmaterialien von besonderer Wichtigkeit. Der große Aufwand an Brennmaterial, welcher zur Erzeugung dieses Metalls aus seinen Erzen und zum Verarbeiten des Roheisens, auch bei einer sehr beschränkten Eisenhüttenanlage, erforderlich ist, macht es schon in öconomischer Hinsicht nothwendig, die Anschaffungskosten des Brennmaterials, sowohl durch eine auf richtigen Beurtheilung seiner Wirkung begründete Kenntniß, als durch die Kenntniß der Darstellung desselben aus dem rohen Material, welches die Natur im Pflanzen- und Mineralreiche liefert, möglichst zu ermäßigen. Ein zweckmäßig geleiteter Hüttenbetrieb setzt aber außerdem eine genaue Bekanntschaft mit dem Vorhalten der verschiedenen Brennmaterialien, und mit dem Einfluß, welchen sie auf die Beschaffenheit des Eisens äußern, nothwendig voraus. Die Gewinnung und Benutzung der Brenn-

materialien sind daher ein Gegenstand von großer Wichtigkeit für den Metallurgen überhaupt, denn von den Preisen und von der vortheilhaften Anwendung des Brennmaterials sind die Erfolge der metallurgischen Processe so sehr abhängig, daß zuweilen die Nothwendigkeit eintritt, wegen Mangel oder wegen des hohen Preises eines Brennmaterials, einen unvollkommenen Proceß zu wählen, wenn dieser weniger Unkosten für das dazu erforderliche Brennmaterial, als der vollkommnere, in der Ausübung veranlaßt. Die Kenntniß von der Anschaffung und Behandlung des Brennmaterials wird daher auch mit Recht als ein Theil der Eisenhüttenkunde betrachtet, weil sie mit der vortheilhaften, und in manchen Fällen sogar mit der allein möglichen Ausübung der Processe zur Darstellung des Eisens, weit inniger und genauer verknüpft ist, als mit jedem andern Theile der Metallurgie.

Die Benutzung der Brennmaterialien beim Eisenhüttenwesen ist eine zweifache, nämlich um die bei dem Verbrennen entstehende höhere Temperatur zum Schmelzen oder Flüssigmachen des Eisens und seiner Erze anzuwenden, und um die Reduction des oxydirten Eisens durch sie zu bewirken. Die Reducirbarkeit der Oxyde zu Metallen durch die Kohle, oder durch einen brennbaren kohlenhaltigen Körper, ist bei den verschiedenen oxydirten Körpern ungemein verschieden. Einige Oxyde reduciren sich schon in sehr niedriger Temperatur, aber Reduction und Schmelzung des reducirten Metalles fallen fast in einem Grade der Temperatur zusammen. Andere Oxyde erfordern einen höhern Grad der Temperatur zur Reduction, als ihre Metalle zum Schmelzen; bei noch anderen tritt die Reduction sehr viel früher ein, als die Schmelzung des reducirten Metalles. Zu den

letztern gehört das Eisen, dessen Oxyde sich schon beim schwachen Rothglühen reduciren, wenn sie mit Kohle in Berührung sind. Andere brennbare Körper, wie Schwefel und Wasserstoff, können die Reduction der Eisenoxyde schon in der braunrothen Glühhitze bewirken; es ist hier aber nur die Rede von der Reducirung des oxydirten Eisens durch die im gewöhnlichen Leben unter dem Namen der Brennmaterialien bekannten Körper.

Wenn die Reduction eines Metalloxyds beabsichtigt wird, muß der zu reducirende Körper mit dem Brennmaterial umgeben sein, denn die Reduction kann durch die Flamme des verbrennenden Körpers nicht bewirkt werden. Um den Grund dieser Erscheinung einzusehen, erinnere man sich, daß jeder brennbare Körper, der als Brennmaterial angewendet zu werden pflegt, aus Kohlenstoff und aus Wasserstoff und Sauerstoff (zuweilen auch Stickstoff) zusammengesetzt, und daß die Flamme nur das Resultat einer neutralen Verbindung aller dieser Stoffe mit Sauerstoff ist. Soll das Brennmaterial also desoxydirend wirken, so darf es noch nicht zerlegt, oder in Flamme aufgelös't sein, sondern es muß beim Verbrennen unmittelbar auf den oxydirten Körper wirken und diesem den Sauerstoff entziehen können, welchen es sonst aus der Atmosphäre aufgenommen haben würde.

Es möchte daher scheinen, daß man sich bei einem desoxydirenden Schmelzen die größte Wirkung von einem Brennmaterial zu versprechen habe, wenn man es im unzersetzten und nicht im verkohlten Zustande mit dem oxydirten Körper zusammenbringt und verbrennen läßt, weil dann nicht allein der Kohlenstoff, sondern auch der Wasserstoff desselben die Reduction des oxydirten Körpers bewirken würde. Die Erfahrung lehrt, daß dies auch wirklich der Fall ist,

daß aber die Wirkungen des unverkohlten und des verkohlten Brennmaterials nicht in einem solchen Verhältnisse zu einander stehen, als man von der Zusammensetzung des rohen Brennmaterials erwarten sollte, indem die reducirenden Wirkungen verhältnißmäßig geringer sind, als sie der Berechnung nach sein müßten. Der Grund dieses Erfolges liegt einfach darin, daß sich der Wasserstoff in dem unzerlegten Brennmaterial nicht mit dem Sauerstoffe des zu reducirenden Oxydes, sondern mit dem Sauerstoff und Kohlenstoff des Brennmaterials selbst verbindet, also fast dieselben Verbindungen eingeht, welche bei dem Verkohlen des Brennmaterials eintreten. Außerdem sind es aber mechanische Hindernisse und öconomische Verhältnisse, durch welche die Anwendung des rohen Brennmaterials bei den reducirenden Schmelzarbeiten beschränkt wird. Zuweilen (bei der Anwendung einiger Arten von Steinkohlen) würden auch die Bestandtheile des rohen Materials nachtheilig auf die Eigenschaften des zu erzeugenden Eisens wirken. Deshalb müssen die Brennmaterialien vor ihrer Anwendung häufig einer besonderen Behandlung unterworfen, sie müssen von den Bestandtheilen, welche beim Verbrennen die Flamme geben, geschieden, oder sie müssen verkohlt werden. Alle Brennmaterialien, welche als solche benutzt werden, das Holz, der Torf, die Braunkohle und die Steinkohle, enthalten außer dem Kohlenstoff noch Wasserstoff und Sauerstoff, zum Theil auch Stickstoff, in solchen Verhältnissen mit einander verbunden, daß der Wasserstoff, der Sauerstoff und der Stickstoff in einem Grade der Hitze, welcher die Rothglühhitze oft noch nicht einmal erreicht, in Vereinigung mit etwas Kohlenstoff, neue Verbindungen eingehen und sich als Wasser, als Oel, als zusammengesetzte Gasart, als Essigsäure (Holzsäure) u. s. f. verflüchtigen und

einen großen Theil des Kohlenstoffs als Kohle zurücklassen. Zu jenen neuen Verbindungen ist um so weniger Kohlenstoff erforderlich, oder es bleibt um so mehr Kohle zurück, je geringer die Temperatur ist, welcher die Brennmaterialien ausgesetzt werden. Einige Brennmaterialien erfordern indeß einen höhern Grad von Hitze, um diese Veränderung zu erleiden, als andere; es ist nicht unwahrscheinlich, daß die zur Verkohlung erforderliche Temperatur von der Quantität des Kohlenstoffs im Brennmaterial abhängt, und daß sie im zunehmenden Verhältniß desselben ebenfalls größer sein wird.

Man hat in neuerer Zeit zwei für die Metallurgie höchst wichtig gewordenen Erfahrungen benutzt, um durch deren Anwendung eine Ersparung an Brennmaterial bei den metallurgischen Processen zu bewirken. Die eine besteht in der Anwendung der rohen, oder wenigstens nicht vollständig verkohlten Brennmaterialien beim Reduciren der oxydirten Metalle und bei einigen Schmelzoperationen, um aus der Brennkraft der beim Verkohlungsproceß unbenutzt entweichenden Bestandtheile des Brennmaterials Vortheil zu ziehen. Dieser Vortheil beschränkt sich nicht blos auf die, durch die Benutzung der vorher unbenutzt gebliebenen flüchtigen Bestandtheile herbeizuführende, wirkliche Ersparung an Brennmaterial, sondern es werden durch die Anwendung des rohen Brennmaterials auch die Kosten der Verkohlung erspart. Es treten jedoch auch wieder andere Umstände ein, welche der Verkohlung das Wort reden, wie später gezeigt werden wird.

Eine zweite Erfahrung von ungleich größerer Wichtigkeit ist die Ersparung an Brennmaterial bei den mehrsten metallurgischen Processen durch die Anwendung der vorher erhitzten atmosphärischen Luft.

Der Grund dieses merkwürdigen Erfolges dürfte theils und vielleicht vorzüglich darin zu suchen sein, daß die erhitzte Luft dem Schmelzraum ungemein viel weniger Wärme entzieht, als die Luft von gewöhnlicher Temperatur, theils aber auch darin, daß durch die vorhergehende Erhitzung der Luft ein gewisser electrischer Zustand derselben zerstört wird, welcher sie zum Verbrennen weniger geeignet macht. Man mag den Grund suchen, worin man will, so lehrt wenigstens die Erfahrung, daß die Heizkraft eines Brennmaterials durch die Anwendung der erhitzten Luft erhöht wird, obgleich die Brennkraft desselben dadurch weder vermehrt, noch vermindert werden kann. Die erhöhete Heizkraft hat aber zugleich eine vollständige Verbrennung in den Räumen zur Folge, in welchen ihre Wirkung durch große Temperaturerhöhung ganz eigentlich beabsichtigt wird.

Das **Holz**, namentlich im verkohlten Zustande, bildet bei den deutschen Eisenhütten jetzt noch den vorzüglichsten Brennstoff und wird dafür immer von großer Wichtigkeit bleiben.

Die vorwaltende Holzart in Deutschland giebt die Fichte oder Kiefer, dann die Tanne und einige andere Nadelhölzer; unter den Laubhölzern ist hauptsächlich die Buche und die Eiche zu nennen.

Der gegenseitige Unterschied dieser Hölzer, insoweit er für die in Rede stehende Verwendung nennenswerth ist, beschränkt sich auf deren verschiedene Dichtheit und abweichenden Harzgehalt. Die diesfälligen Differenzen bleiben innerhalb solcher Grenzen, daß wir sagen könnten, das Holz und die daraus erzeugte Kohle ist um so besser, je dichter und und harzreicher dasselbe ist. In ersterer Beziehung steht zwar die Buche obenan, in letzterer hingegen muß sie allen nachgestellt werden, indem sie darin der Reihe nach von der Zirbe, Kiefer, Lärche, Fichte und

Tanne übertroffen wird. Der Aschengehalt ist bei allen diesen Hölzern so gering und von solcher Beschaffenheit, daß wir ihn unberücksichtigt lassen können.

Soll das Holz in rohem Zustande also zur Flammenfeuerung verwendet werden, so ist dessen Feuchtigkeitszustand vom größten Einflusse. Je weniger Feuchtigkeit das Holz enthält, desto weniger Hitze wird zu dessen Verflüchtigung aufgehen, desto lebhafter wird dasselbe brennen. Die Verwendung des ganz feuchten Holzes ist daher in allen Fällen möglichst zu vermeiden, und wenn es sich darum handelt, rasche, hohe Hitzgrade hervorzubringen, muß man eine künstliche Trocknung, ein Dörren desselben vorausgehen lassen. Ein großer Theil der Feuchtigkeit frisch gefällter Bäume kann denselben dadurch benommen werden, daß man sie an der freien Luft einige Zeit liegen läßt, und man erreicht diesen Zweck um so eher und vollständiger, wenn man sie zu kleinen Scheiten umstaltet und in luftigen, eingedeckten Hütten aufbewahrt. Für einen großen Bedarf kommen derlei Holzhütten jedoch kostspielig und man zieht deshalb vor, die Scheite an der freien Luft aufzuzainen. Dieses Aufzainen oder Aufmaltern soll zur äußern Austrocknung so geschehen, daß die untersten Scheite möglichst wenig mit dem feuchten Boden in Berührung kommen, die Luft bestens durchziehen kann und das Regenwasser von der obersten Lage rasch ablaufen muß, ohne in das Innere der Zaine zu dringen. Die auf Taf. 1, Fig. 1 abgebildete Vorder- und Seitenansicht einer sogen. Scheiterzain, wie man sie in Oesterreich und Steiermark findet, zeigt, wie diesen Bedingungen auf einfache Weise entsprochen werden kann. In dieser Art aufgezaintes Scheitholz wird, je nach der Größe der einzelnen Scheite, der Stärke des Windanfalls und der weniger oder mehr trockenen Witterung, in ein bis zwei Jahren so trocken werden, als es über-

haupt ohne Bedachung in der freien Luft möglich ist.

Soll das Holz vor dem Gebrauche gedörrt werden, wie dies z. B. für den Betrieb der Schweißflammenöfen räthlich, wenn nicht nöthig ist, so geschieht das am Besten in eigenen Dörrvorrichtungen, die sehr verschieden eingerichtet sein können, welche Verschiedenheiten sich aber auf drei Hauptarten zurückführen lassen. Es kann nämlich die künstliche Erwärmung des geschlossenen Raumes, in welchen das zu dörrende Holz eingetragen wird, geschehen: 1. durch entsprechende, große, am Besten gußeiserne Oefen, wie auf der Hütte bei Maria-Zell in Steiermark, oder besser statt der Oefen durch gußeiserne Röhren, wie zu Neuberg in derselben Provinz; 2. durch den unmittelbaren Zutritt der mattbrennenden Flamme, von einem mit Brennmaterial stets bedeckt gehaltenen Feuerroste, wie zu Frantschach in Kärnthen; 3. blos mittelst durchgeleiteter, auf irgend eine Art künstlich erwärmter Luft, eine Art, die unsers Wissens noch nirgends ausgeführt ist. Da bei diesem Dörren des Holzes nur die mechanisch zurückgehaltene Feuchtigkeit ausgetrieben, aber keineswegs eine theilweise chemische Zersetzung desselben eintreten soll, welche sich durch ein Braun- und endlich Schwarzwerden der Scheite zu erkennen giebt, so muß dabei betrachtet werden, daß die Temperatur im Dörrungsraume nirgends viel über die Wassersiedhitze steigt, aber auch nirgends viel darunter bleibt. Dieser Anforderung kann nur bei der dritten Art vollkommen entsprochen werden; bei den zwei ersten hingegen, wo die Temperatur in den obern Theilen der Dörrkammern immer größer als in den untern sein muß, wird man sich's gefallen lassen müssen, einen Theil der Scheite mehr oder weniger braun und einen andern Theil noch mehr oder weniger feucht zu erhalten; aber bei den braunen Schei-

ten ist bereits ein Theil brennbarer Gase entwichen, wodurch dieselben an Hitzkraft verloren haben, und bei den feuchten wird ein Theil ihrer Hitzkraft zur Verjagung der Feuchtigkeit und Erhitzung der daraus gebildeten Dämpfe verwendet werden. Das Dörren des Holzes wird ferner um so schneller erfolgen, je rascher die entwickelten Wasserdünste abgeführt werden. Auch dieser Bedingung entsprechen die Dörrvorrichtungen der dritten Art am Besten, am Wenigsten die der ersten, obgleich auch bei diesen in den obern Theilen mehrere Dunstlöcher angebracht sind, die jedoch gegen Ende des Processes in der Regel geschlossen werden müssen, um eine Entzündung des gedörrten Holzes zu verhindern, und damit das unterste, feucht bleibende Holz vermieden werde, wird dieses entweder im Dörrofen zurückgelassen, oder man läßt diesen untersten Raum schon bei dem Einlegen des zu dörrenden Holzes leer.

Eine Dörrvorrichtung der ersten Art, und zwar jene von Neuberg, stellt Fig. 2 bis 4 vor, wo aus dem Längendurchschnitte Fig. 2 zu ersehen ist, daß sich 2 zwölfzöllige Röhren neben einander befinden, die in der Mitte des Ofens gerade nach der gegenüberstehenden kurzen Wand laufen und daselbst in eine gemauerte Esse münden. Ein solcher Ofen faßt bei 18 Zainklafter dreischuhiges Scheitholz, die Feuerung dauert drei Tage und erfordert eine Klafter ungedörrtes Holz und 25 Centner schlechte Braunkohlen. Diese Darröfen dürften wohl nur unter Verhältnissen, wie in Neuberg obwalten, wo nämlich zur Feuerung ein sehr schlechtes, aschenreiches Brennmaterial verwendet werden soll, das einen starken Luftzug erheischt, zu empfehlen sein.

Einen Dörrofen der zweiten Art, ähnlich, wie sie zu Frantschach in Kärnthen in Anwendung standen, solange mit leicht brennendem Materiale, nämlich

mit Holz, gefeuert wurde, zeigt Fig. 5 bis 6. Die am Roste entwickelte Flamme und erhitzten Gase müssen den gemauerten Canal entlang strömen und treten am offenen Ende desselben in die mit Holz gefüllte Dörrkammer. Das Ausströmen der abgekühlten Gase und der erzeugten Dünste geschieht in Oeffnungen der Seitenwand, deren sich mehrere über der Feuerstätte in verschiedener Höhe befinden, und durch deren theilweises Oeffnen oder Schließen die Stärke des Zuges regulirt und nöthigenfalls bei gänzlicher Schließung alles Feuer in kurzer Zeit erstickt werden kann. Der lange gemauerte Canal hat den Zweck, in demselben der noch unerhitzten atmosphärischen Luft mehr Gelegenheit und Zeit zu geben, die brennbaren Gase zu zersetzen. Ein solcher Ofen faßt gegen 10 Zainklaftern dreischuhiges Scheitholz; die Heizung dauert an 5 Tage und erfordert nahe eine Klafter, also zehn Procent, ungedörrtes Holz, wozu jedoch stets das schlechteste ausgesucht wird.

Es ist kaum nöthig zu bemerken, daß ein jeder dieser Dörrofen zum Ein- und Ausbringen des Holzes mit einer oder zwei thürartigen Oeffnungen versehen sein muß, welche während der Feuerung luftdicht vermacht und verschmiert sein müssen. Nach beendigter Feuerung läßt man den Ofen 1—2 Tage kühlen, bevor man ihn zum Auslangen des gedörrten Holzes öffnet; übrigens kann mit dem Oeffnen einige Tage gewartet werden, um das gedörrte Holz nur kurz vor dessen Gebrauch in die freie Luft zu bringen, an der es bald wieder Feuchtigkeit anziehen würde.

Die dritte, vollkommenste Art der Dörrvorrichtungen wird dort an ihrem Platze sein, wo die Dörröfen so angelegt werden können, daß die nöthige Erhitzung der Luft mittelst der verlornen Ueberhitze bei verschiedenen anderen Feuerungen vorgenommen werden kann; gut wird es sein, wenn zugleich die nöthige

Kraft vorhanden ist, um ein sogenanntes Ventilator-, Windrad- oder Centrifugal-Gebläse in Umtrieb zu setzen, weil alsdann die Wärme der erhitzten Luft vollständiger benützt werden kann, als wenn die nöthige Strömung derselben durch eine Esse bezweckt werden soll. Beides, unbenützte Ueberhitze und die nöthige Betriebskraft für einen Ventilator, wird sich auf den meisten Frischhütten finden. Eine vollständige Dörrvorrichtung der Art könnte ohngefähr die Einrichtung erhalten, wie Fig. 7 und 8 andeutet, wo **A** den Zuführungscanal oder das Zuleitungsrohr der erhitzten Luft, **B**, **B**, **B**, drei Dörröfen vorstellen mögen. In den Verbindungsröhren **a a** sollen Hähne oder Schieber angebracht sein, um jeden Ofen für sich absperren zu können; **b** stellt die Eintrags-Oeffnung, **c** die Oeffnung zum Auslangen und **d** einen Rost vor, auf dem das zu dörrende Holz aufliegt. Bei den Ausströmungsöffnungen **e** könnte man allenfalls ein feines Drahtnetz zur Sicherheit gegen die Fortpflanzung einer äußerlich in den Gasen veranlaßten Entzündung nach Innen anbringen; da man beim Dörren des Holzes die Lufttemperatur aber nie viel über den Wassersiedpunkt steigen lassen wird, so ist ohnedies keine Gefahr einer Entzündung vorhanden.

Wenn man bedenkt, daß das vollkommen lufttrockene Holz bei einer künstlichen Dörrung noch 15 bis 20 Procent am Gewichte verliert, bevor eine chemische Zersetzung desselben eintritt, so kann man sich der Ueberzeugung kaum erwehren, daß man der künstlichen Dörrung des Holzes bisher zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat, da die Gelegenheit oft gegeben ist, dieselbe ohne eigenen Brennmaterialaufwand, blos durch verlorne Ueberhitze zu bewerkstelligen.

Die Verkohlung des Holzes hier zu behandeln, würde uns zu weit führen, daher wir die Darstellung der Kohle, sowie im Vorausgegangenen die Erzeugung

des Roheisens, auf sich beruhen lassen und uns begnügen, nur die Verschiedenheiten der Holzkohle kennen zu lernen*).

Sowie das Holz von verschiedener Dichtheit ist, ist es auch die daraus erzeugte Kohle, obschon bei der Verkohlung ein Schwinden, d. h. ein Zusammenziehen der Holzfaser stattfindet**).

*) Siehe meine Brennmaterialienkunde, Bd. 112 des Schauplatzes, in welcher die Holzverkohlung practisch abgehandelt worden ist.

**) Dieses Schwindmaß wird in den wissenschaftlichen Büchern sehr verschieden und meist viel zu groß angegeben, wenn man dasselbe mit den Erfolgen bei der Köhlerei im Großen vergleicht, weil diesen Angaben gewöhnlich nur die Resultate von den Versuchen mit kleinen in einer Retorte verkohlten Holzwürfeln zu Grunde liegen. Nach Professor Tunner's Versuchen und Beobachtungen, hat ein Dreiling von 6 Fuß Länge, welcher nach der Verkohlung noch ein ganzes Stück bildete, in seiner Länge bei 6 Zoll verloren, andere etwas mehr. Es beträgt folglich das Schwinden in der Länge circa 8—10 Procent. Das Schwinden im Durchmesser war, wegen den Zerklüftungen, nicht genau zu ermitteln, groß dürfte die Verschiedenheit zwischen diesem und dem der Länge nach indessen nicht sein, daher im Ganzen ein Schwindmaß mit 10, höchstens mit 15 Procent, dem Erfolge im Großen, entsprechend ist. — Herr Tunner hatte ferner Gelegenheit, mehrere genauere Versuche über das Kohlausbringen bei der in Turrach üblichen, sehr gut betriebenen Meilerverkohlung anzustellen, und fand, daß bei sehr gelungener Verkohlung das Kohlausbringen an wirklicher Kohlenmasse, von der wirklichen Holzmasse, 70 bis 75 Procent beträgt. Rechnet man hierzu 12 Procent Schwindmaß, so beträgt das Ausbringen 80 bis 85 Procent; mithin beträgt die Menge des Holzes, welches zur Erzeugung der nöthigen Verkohlungshitze verbrannt wurde, 15 bis 20 Procent. Dem Gewichte nach betrug das Ausbringen von den ziemlich feuchten Dreilingen, auf lufttrockene Kohlen bezogen, 23 bis 27 Proc., während Karsten das Ausbringen von lufttrockenem Holze in der Retorte im günstigsten Falle mit 25 bis 27 Procent angibt, wobei natürlich das Brennmaterial zur äußersten Erhitzung der Retorte nicht gerechnet ist.

Die frisch bereitete Kohle zieht aus der Atmosphäre Luft und Feuchtigkeit an, wodurch das Gewicht derselben, wenn sie immer unter Dach bleibt, um 8 bis 15 Procent größer wird. Das Absorbiren der Luft scheint durch sehr große, wie durch sehr kleine Poren erschwert zu werden, denn sehr lockere, wie sehr dichte Kohlen, nehmen weniger an Gewicht zu, als solche von mittler Dichtheit. Die Zunahme des Gewichtes erfolgt übrigens nur in der ersten Zeit ziemlich rasch, wird immer weniger und hört endlich ganz auf. Bei einzelnen Kohlstücken mittlerer Größe ist die Gewichtszunahme in den ersten 3 bis 5 Tagen sehr merklich und scheint nach 2 bis 3 Wochen beendigt zu sein. Merkwürdig dabei ist, daß die Kohle aus der Atmosphäre nicht die unveränderte Luft, sondern hauptsächlich Sauerstoff und nur wenig Stickstoff aufnimmt; wie genauere Beobachtungen gezeigt haben. Dadurch wird es einigermaßen erklärlich, warum die, längere Zeit unter Dach und Fach trocken aufbewahrten Kohlen im Hohofen und im Frischfeuer viel bessere Dienste leisten, als eben erst erzeugte Kohlen, und daß man nicht im Stande ist, durch Begießen mit Wasser ihnen das zu geben, was sie bei dem Liegen in trockener Luft selbst aufnehmen. Frisch gestörte oder gezogene Kohlen zerspringen stark am Feuer, verbrennen rasch, veranlassen unregelmäßige Gichten, verzögern das Frischen des Roheisens und befördern trockene, sengende Schweißhitzen, weshalb sie nach Thunlichkeit vermieden und bei ihrem unabweisbaren Verbrauche mehr mit Wasser angefeuchtet werden müssen, als abgelegene Kohlen.

Wenn die Kohlen bei ihrem Abliegen längere Zeit mit einem feuchten Boden, oder gar mit Wasser in Berührung gekommen sind, so können sie um das Mehrfache ihres eigenen Gewichts schwerer werden. Dieses sind ertränkte Kohlen, die sehr langsam und

mit sehr geringer Hitzentwickelung verbrennen, weil beinahe ihre ganze Hitzkraft zur Verflüchtigung des eingesogenen Wassers verwendet werden muß. Ertränkte Kohlen müssen daher ganz vermieden werden; ist man aus irgend einem Grunde genöthigt, die Kohlen in freien Haufen aufzuschütten, so muß man dazu einen erhabenen, trockenen Boden wählen, auf dem kein Regen- oder Schneewasser verweilen kann; man wird ihn daher nöthigenfalls mit hohl gelegten Brettern herstellen; dem Haufen selbst muß man aber eine pyramidalische Gestalt geben und ihn zu äußerst mit großen Stücken abgleichen, damit das Regen- und Schneewasser mehr ablaufe, weil die bei nasser Witterung an der Oberfläche eingedrungene Nässe bei trockener Witterung bald wieder verflüchtigt wird, so schwer es fällt, den Wassergehalt einmal schon wirklich ertränkter Kohlen wieder fortzuschaffen.

Jede Kohle, selbst die festeste, ist immer ein sehr zerreibliches Ding, und da man mit einer guten Verwendung des Kohlenkleins, der Lösche, noch immer sehr verlegen ist, so muß man hohe Abstürze in den Schoppen, wie das Aufschütten zu hohen Haufen möglichst vermeiden. Wenn anders möglich, soll man auf jeder Eisenhütte, wo man für die vorräthigen Kohlen einen etwas hohen Absturz nicht vermeiden kann, sich wenigstens für den currenten Kohlenverbrauch einen niedern Absturz vorrichten, und sei dies blos ein freier Platz. Der Kohleneintrieb, oder Verlust in hohen Abstürzen der Schoppen, wird bekanntlich zu 10 Proc. angenommen, was dem Messen nach richtig ist, in Wirklichkeit aber nicht soviel beträgt, weil sich die abgeriebenen Kohlen im Kohlenmaße dichter an einander legen, als die scharfkantigen Stücke; indessen ist ja selbst ein Verrieb von nur 5 Procent aller Beachtung werth.

Da die Hitzkraft verschiedener Kohlen, unter

übrigens gleichen Umständen, entsprechend der wirklichen Kohlenmasse sein muß, so muß dieselbe nothwendig auch im gleichen Verhältnisse mit der Dichtheit der Kohle stehen; für den Betrieb der Frischfeuer findet darin aber eine Ausnahme statt. Sehr dichte, z. B. Buchenkohlen, verursachen nämlich einen sperren Feuergang, weil sie sich bei den meisten Frischfeuern, die nur für leichtere Kohlen angerichtet sind, zu dicht legen und den Durchgang des Windes zu sehr hemmen; wird aber der Bau des Feuers, die Stärke des Windes und natürlich zugleich die Manipulation selbst passend abgeändert werden, so daß ihre größere Hitzkraft entsprechend benützt werden kann, so würde sich der Vorzug derselben gehörig herausstellen, wie uns die Beweise von den Hütten vorliegen, die nur harte Kohlen anwenden können. Ferner haben manche Kohlen die Eigenschaft, im Frischfeuer mit starkem Geprassel zu zerspringen, wodurch viele Kleinkohlen entstehen, die dem Frischprocesse nachtheilig sind. Diese üble Eigenschaft haben die dichtern, neuen Kohlen, und zwar um so mehr, je schneller sie in starke Hitze kommen, und besonders wird das Uebel bei den Lärchenkohlen bemerkt, die dieserwegen bei den Frischfeuern ebenfalls nicht gern gesehen sind; daß im Gegentheile Kohlen, aus sehr porösem, jungem oder wohl gar aus morschem Holz erzeugt, sehr schlecht sind, nur wenig Hitzkraft besitzen, zeigt schon ihr lockerer Zustand und braucht kaum bemerkt zu werden. Halbverkohlte Stücke, Brände, die man mehr oder weniger mit den Kohlen erhält, würden in geringer Menge nicht schaden, insofern sie nicht zu große, lange Stücke bilden, ja man hat in neuerer Zeit aus der Anwendung dieser rohen oder braunen Kohlen sogar bei den Frischfeuern Vortheile erlangen wollen; allein da sie mit starker, heller Flamme brennen, so wird dadurch die gewohnte Beobachtung des Frischfeuerganges nach

dem Aussehen der zwischen den Kohlen hervortretenden Flammen ganz unsicher gemacht, weswegen die Brände bei den österreichischen Frischfeuern gänzlich vermieden werden.

Endlich muß bei manchen Kohlen besondere Sorgfalt auf ihre Reinheit von eingemengtem Sande und Steinen verwendet werden, da diese Beimengungen im Frischheerde sehr nachtheilig sind. In dieser Beziehung muß besonders jenen Kohlen mißtraut werden, die man von neu angelegten Köhlereien erhält, wobei man öfters genöthigt ist, anstatt unter einer Löschdecke, unter einer Hülle von Erde zu verkohlen. Auch jenen meist sehr kleinen Kohlen, die man zuletzt von den einzelnen Kohlungen erhält, ist in dieser Hinsicht nicht zu trauen, weil bei dem letzten Zusammenputzen auf den Kohlplätzen sehr leicht Steine darunter gebracht werden können. Bei dem Hohofenbetriebe sind solche Kohlen weit weniger nachtheilig, als beim Frischfeuerbetriebe.

Der Torf hat bisher für das Eisenhüttenwesen zwar noch keine Bedeutung erlangt, aber es kann nicht fehlen, er muß früher oder später von Wichtigkeit werden, besonders für diejenigen Hütten, in deren Nähe ausgedehnte Torfmoore von guter Qualität vorkommen, und da dessen Brauchbarkeit zur Flammenfeuerung, wie zur Verkohlung mehren Eisenwerken bereits durch die That erwiesen worden ist.

In den Eigenschaften der verschiedenen Torfarten findet ein viel größerer Unterschied statt, als bei den verschiedenen Hölzern, weshalb man sich in Acht nehmen muß, aus den an einem Orte gemachten Erfahrungen über die Tauglichkeit dieses Brennstoffes, ohne nähere Untersuchung, sogleich auf die Brauchbarkeit einer andern Torfsorte zu schließen. Dieser Unterschied ist nicht so sehr durch die Art der Pflanzen und Wurzeln bestimmt, aus denen die verschiedenen Torf-

sorten entstanden sein mögen, sondern nur mehr durch die verschiedenen fremdartigen Beimengungen, durch den ungleichen Dichtigkeitszustand und durch die verschiedenen Grade der Veränderung, welche die Pflanzen im Torfe bereits erlitten haben.

Die fremdartigen Beimengungen bestehen hauptsächlich aus dem Boden, worauf die Torfpflanzen gewachsen sind, und betragen bei unreinen Sorten 5 bis 20 Procent und darüber. Solch unreiner Torf kann natürlich keine lebhafte Flamme geben, und darf zur Verkohlung um so weniger verwendet werden, da die eingemengten Erdarten vorwaltend aus Thon und Kiesel bestehen, also eine sehr zähe Schlacke geben würden, vorzüglich, wenn man die daraus erzeugten Kohlen in Frisch- und Schweißherden verwenden wollte. Hingegen reiner Torf enthält von diesen erdigen Beimengungen so wenig, daß er nach dem Verbrennen nicht viel mehr Asche, als das Holz zurückläßt, welches meist gegen $\frac{1}{3}$, und reiner Torf $\frac{1}{2}$ bis 2 Procent Asche giebt. Man kann unreinen Torf durch Vertheilung der Torfmasse in Wasser und nachheriges Formen und Pressen derselben reinigen, allein die Kosten der Reinigung sind so beträchtlich, daß nur in besondern Fällen davon ein Gebrauch zu machen ist. Außer den erdigen Beimengungen, kommen in den verschiedenen Torfarten noch mehr oder weniger Schwefeleisen, phosphorsaures Eisen, Eisenoxyd u. a. m. vor, Bestandtheile, die der Brauchbarkeit des Torfes namentlich im Frischproceß wesentlich entgegen sind, wenn selbe in nicht unbedeutender Menge vorkommen, wozu man schon in der mehr oder weniger braunrothen Farbe des Aschenrückstandes einen Fingerzeig erhält. Der reine Torf hinterläßt eine fast ganz weiße Asche. Indessen sind diese Bestandtheile nur dann zu fürchten, wenn eine Berührung zwischen dem Brennmaterial und dem Eisen stattfindet; im Flammofen

schadet der Phosphorgehalt hingegen wahrscheinlich gar nicht, und auch der Schwefelgehalt ist bei entsprechenden Vorsichtsmaßregeln nicht gefährlich, wie wir bei der Verwendung der Steinkohle sehen.

Der Dichtigkeitszustand der verschiedenen Torfarten ist außerordentlich verschieden, aber selbst der dichteste Torf erreicht nicht die Dichtigkeit der festeren Holzarten. Man kann daher sagen, daß der Torf bei übrigens gleichen Eigenschaften um so besser ist, je dichter er erscheint; aus diesem Grunde hat man zu wiederholten Malen versucht, die lockern Torfarten durch Zusammenpressen dichter zu machen, und wirklich, es ist theilweise gelungen, lockere, aber übrigens reine Torfarten für die Flammenfeuerung bedeutend wirksamer zu machen. Allein die aus solchem gepreßten Torf dargestellte Kohle war zwar gleichfalls dichter, aber von äußerst geringem Zusammenhang, weil beim Pressen wahrscheinlich die meisten Fasern zerrissen wurden. Ueberdies sind die Kosten des Pressens beträchtlich, und es geht dabei viel vom Bitumen, also vom Brennstoffe selbst, verloren.

Endlich in Beziehung der erlittenen Veränderung des Torfes seit seiner Bildung gilt im Allgemeinen die Regel, daß der ältere, mehr veränderte Torf, bei sonst gleichen Eigenschaften, besser als der jüngere ist. Die verschiedenen Grade der Veränderung kann man fast bei jedem Torfstiche nachweisen, indem die obern, jüngern Schichten ein ganz anderes Aussehen, als die untern, ältern haben. Erstere sind von lichter Farbe, und die daraus gestochenen Torfziegel schwinden beim Trocknen nur wenig, geben folglich leichten, lockeren, sogenannten Fasertorf, der wohl eine lebhafte, aber nicht anhaltende Flamme giebt, mithin zur Erzeugung anhaltender Hitze, wegen des beständig nöthigen Nachschürens, nicht taugt; noch weniger kann dieser Torf zur Verkohlung angewandt werden, weil

er ganz zu Kohlenklein verrieben werden würde; letztere sind von dunkler bis fast schwarzer Farbe, und die davon erhaltenen Ziegeln haben einen massigen, speckigen Zusammenhang, weshalb die Sorte Specktorf genannt wird, schwinden sehr stark beim Trocknen und bilden dann eine dichte Masse, die im verkohlten Zustande ziemlich feste Kohlen giebt. Natürlich findet zwischen dem Faser- und dem Specktorfe keine scharfe Grenze, sondern ein allmäliger Uebergang statt.

Vor dem Gebrauche muß der Torf jedenfalls gehörig trocken sein, weil er außerdem eine so große Menge Wasser enthalten könnte, daß der größte Theil seiner Hitzkraft zur Verdampfung des Wassers verwendet werden müßte. Das erste Trocknen geschieht sogleich nach dem Stechen selbst, bei schöner Witterung am Besten in ganz kleinen, luftigen, freien Haufen, bei regnerischer Witterung aber in eigenen Trockenhütten, wie man sie bei den Torfstechereien in Gebirgsgegenden findet.

Eine oft recht zweckmäßige Methode, die Torfziegel bei den Stechereien zu trocknen, besteht in dem Aufstecken derselben auf Hiefelstangen, die ganz ähnlich denjenigen sein können, die in Gebirgsgegenden zum Aufhiefeln des Klees u. dgl. gebraucht werden, wie Fig. 9 zeigt. Das Trocknen der Torfziegel erfolgt hierbei, wenn die Witterung gut ist, schneller und besser als bei irgend einer andern Methode, weil gleichsam jeder einzelne Ziegel frei in der Luft hängt, und selbst bei theilweise schlechter Witterung ist diese Art noch oft zu gebrauchen, weil nach längerer Regenzeit ein Paar hübschere Tage genügend sind, die Ziegel ganz trocken zu machen. Daß solche Trockenstangen viel weniger kosten, als Trockenhütten, und weniger Arbeit verursachen, als der Gebrauch der mehr oder weniger weit entfernten Hütten, ist augen-

fällig, ja sie werden sogar im Vergleiche mit dem Trocknen in freien Haufen nicht mehr Arbeit veranlassen, weil sie eine geringere Fläche einnehmen, leicht zu übertragen sind und die Ziegel auf denselben nicht so, wie in freien Haufen, übersteckt werden müssen.

Vollkommene lufttrockene Ziegel sind bei übrigens guter Beschaffenheit, selbst zur Hervorbringung so hoher Temperatur, wie man sie im Puddelofen braucht, zu verwenden; soll mit selben aber ein Flammenschweißofen betrieben werden, so müssen sie jedenfalls kurz vor dem Gebrauche künstlich gedörrt werden, wozu man sich ähnlicher Dörröfen bedienen kann, wie zum Dörren des Holzes, nur darf der Torf nicht in zu hohen Haufen aufgeschichtet werden. Die besten Dörröfen werden auch hier jene sein, wobei das Trocknen durch eine Circulation erwärmter Luft bewerkstelligt wird, wogegen jene Oefen, wo die Flamme unmittelbar Zutritt erhält, wegen der leichten Entzündung des Torfes, nur mit vieler Vorsicht angewandt werden dürfen.

Nachdem wir der verschiedenen Dichtigkeit, Zerreiblichkeit und des verschiedenen Aschengehaltes der Torfkohlen schon gedacht haben, so können wir bezüglich derselben im Uebrigen auf das bei den Holzkohlen Angeführte verweisen.

Steinkohle und Braunkohle und Verkohlung derselben, oder Koaksgewinnung.

Die Steinkohlen sind für das Eisenhüttenwesen von größter Wichtigkeit und werden es auch für Deutschland von Jahr zu Jahr immer mehr. Es ist daher nothwendig, daß wir sie hier etwas näher betrachten, und auch ihre Verkohlung, da dieselbe in sehr vielen Fällen von den Hütten selbst besorgt wird.

Steinkohle und Braunkohle und Verkohlung derselben, Koaksgewinnung.

Man unterscheidet in der Mineralogie Steinkohlen und Braunkohlen (Kohlenblende, Faserkohle); allein der Uebergang dieser verschiedenen Arten in einander ist oft so unmerklich, daß es häufig sehr schwer fällt, dieselben genau zu unterscheiden, denn der braune oder schwarze Strich, mehr oder weniger Glanz können nicht als unfehlbare Kennzeichen angesehen werden; und selbst in Bezug auf die chemische Zusammensetzung stehen Braunkohle und Steinkohle einander sehr nahe.

Die Schwarz- und Braunkohlen kommen in unregelmäßiger Gestalt vor, haben einen muschlichen, unebenen Bruch, mehr oder minder ausgezeichneten Fettglanz, eine schwarze oder braune (mitunter graue) Farbe, sind undurchsichtig, matt; specifisches Gewicht der Steinkohlen 1,16 bis 1,63. Sie zeigen bisweilen eine mehr oder minder deutliche holzartige Structur, oft ist dieselbe ganz verwischt. Die Braunkohlen zeichnen sich durch ein sehr unangenehm riechendes Brandöl aus, welches sie beim Verbrennen oder Destilliren entbinden.

Man theilt die Schwarzkohlen, Steinkohlen, an denen man keine Holztextur mehr wahrnimmt, ein: in Pechkohle, von starkem Glanz, vollkommen muschlichem Bruch, kommt vor in Schlesien, Rheinprovinzen, Sachsen, Würtemberg, Bayern, Schottland. — Schieferkohle mit deutlich schiefriger Textur; in Schlesien (Waldenburg, Bielschowitz rc.), Sachsen (Löbejühn, Wettin bei Halle), Rheinprovinz, Westphalen, Dresden (Potschappel), Würtemberg, Bayern, England und Schottland (Newcastle, Whitehaven, Dumfriesshire, Derbyshire) rc. Blätterkohle, eine Varietät

der letzteren. — Grobkohle, Bruch uneben, grobkörnig, im Großen dickschiefrig, wenig glänzend; Schlesien, Sachsen (Dresden). — Kannelkohle von groß- und flachmuschligem Bruch, ins Ebene verlaufend, schwachglänzend, leicht entzündlich, mit großer, heller, weißer Flamme brennend; spec. Gewicht 1,16 bis 27: England (Wigan in Lancashire, Whitehaven iu Shropshire, auch bei Sheffield), Schottland (Gegend von Edinburgh, Clydesdale). Sie hinterläßt 3,1 Proc. Asche, giebt unter allen Arten am Wenigsten Coaks, nämlich 32 Procent.

Die Braunkohle wird eingetheilt in: Gemeine Braunkohle, zum Theil sehr deutliche Holzgestalt, Bruch erdig, selten flachmuschlig, fettglänzend, hat unter allen Braunkohlen die meiste Festigkeit, kommt vor im Mannsfeld'schen, in Sachsen, Thüringen (Artern), Rheinprovinzen (Emmendorf bei Coblenz, Cöln, Bonn), Böhmen, Steiermark, England (Devonshire, Boveycoal). — Erdkohle, staubartige, mehr oder minder fest verbundene Theile, glanzlos, zerreiblich, brennt mit starkem Rauch und bituminösem Geruch: Thüringen, Sachsen (Halle, Merseburg), Mannsfeld. — Moorkohle, häufig zerklüftet, fast ohne Holztextur, schwach glänzend, mancher Art Steinkohlen sehr ähnlich: Hessen, Böhmen (Teplitz, Carlsbad), Mähren. — Fossiles (bituminöses) Holz, von deutlicher Holztextur, farbiger, muschliger Querbruch, matt; specifisches Gewicht 1,38 bis 2,0: Thüringen (Artern), Sachsen, Hessen, auf Island in großer Menge, Suturbrand genannt. — Der häufige Gehalt der Braunkohlen an Schwefeleisen bedingt theils Selbstentzündungen auf den Lagern, theils die Erzeugung von Eisenvitriol, Bittersalz und Alaun, wie z. B. in Böhmen. — Alle diese verschiedenen Benennungen haben jedoch keinen Einfluß auf die innere

Beschaffenheit der Steinkohle und haben daher für den Hüttenmann nur geringen Werth.

Man kann die Braun- und Schwarzkohlen als Pflanzenfasern betrachten, welche durch eine Art von Gährungsproceß eine Entmischung erlitten haben. Es ist außer allem Zweifel, daß jene kohligen Mineralkörper einst Pflanzen gewesen sind, welche, unter einer Erddecke begraben, einer Selbstentmischung preisgegeben wurden, deren Endresultat eine Concentration ihres Kohlenstoffgehaltes durch verhältnißmäßig bedeutendere Abscheidung von Sauer- und Wasserstoff als von Kohlenstoff ist. Die so entstandene natürliche Kohle ist daher von derjenigen Kohle wesentlich verschieden, welche durch eine Zersetzung von Holz bei erhöhter Temperatur gewonnen wird, ein Beweis, daß erstere nicht durch Einwirkung von Feuer entstanden sein könne. — Die Pflanzen, welche das Material zu den Steinkohlen liefern, scheinen blos Monocotyledonen gewesen zu sein, Gefäßkryptogamen (Farrnkräuter, Equiseten, Lycopodien), welche einem heißen Klima angehörten. Die Braunkohlen sind dagegen vielleicht nur allein aus Dicotyledonen entstanden. Fasriges fossiles Holz macht den unmittelbaren Uebergang in die unveränderte Holzfaser.

Unterwirft man die Steinkohlen einer trockenen Destillation, so erhält man unter andern Producten eine Kohle als Rückstand, welche Coak genannt wird. Bei dem Vercoaken zeigt sich eine auffallende Verschiedenheit in der äußeren Gestalt des Coaks; einige behalten die Form der Steinkohlen unverändert bei verringertem Volumen, die zerkleinerten Theile bleiben in einem pulverigen Zustand; bei andern ändert sich auch letzteres nicht, die Theilchen fritten zu einem festen Klumpen zusammen; andere endlich blähen sich auf, bilden eine mehr oder minder lockere Masse; jedoch findet eine scharfe Grenze überall nicht statt.

Nicht selten kommen Kohlenarten von verschiedener chemischer Beschaffenheit mit einander verwachsen oder in parallelen übereinander liegenden Schichten vor, die meist nur dünn sind, hin und wieder aber auch mehrere Zoll stark durch Kluftflächen zerrissen und zerspalten; oft bildet auch die Faserkohle zwischengelagerte Schichten.

Karsten bezeichnet diese drei Varietäten der Steinkohle mit dem Namen Sandkohle, Sinterkohle, Backkohle. Dieses Verhalten der Steinkohle hängt mit ihrer chemischen Zusammensetzung zusammen. Sämmtliche Schwarz- und Braunkohlen bestehen aus Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff; in keiner Steinkohle findet sich aber Wasser- und Sauerstoff in dem Verhältniß der Wasserbildung.

Der wirkliche Gehalt an Kohlenstoff weicht in den Steinkohlen von 74 bis 97 Proc. ab. Steinkohlen von geringerm Gehalt an Kohlenstoff haben eine mehr braune als schwarze Farbe, wenn zugleich die Menge des Wasserstoffs bedeutend ist. Ausgezeichnet schwarze Farbe, verbunden mit beträchtlicher Härte und starkem Glanz, läßt auf einen großen Kohlenstoffgehalt und auf einen reichlichen Gehalt an Sauerstoff schließen; ist aber die Härte und Festigkeit geringer, so hat das Verhältniß des Wasserstoffs zugenommen. Schwarze Farbe, mattes Ansehen, bedeutende Festigkeit, nicht unbeträchtliche Härte deuten bei einem reichlichen Gehalt an Sauerstoff eine an Kohlenstoff weniger reiche Kohle an. Ueberhaupt jemehr die Härte abnimmt, desto größer ist das Verhältniß des Wasserstoffs, je größer die Festigkeit, desto größer ist die Menge des Kohlenstoffs gegen die des Wasser- und Sauerstoffs.

Die Backkohlen zeichnen sich durch eine dunkelschwarze Farbe und leichte Entzündlichkeit aus; in ihnen waltet der Wasserstoff bedeutend über den

Sauerstoff vor. Der Kohlenstoffgehalt wechseit von 50 bis 86 Procent. Sie sind unter allen Steinkohlenarten die einzig zur Gasbereitung tauglichen, für Rostfeuerungen aber, wenigstens die stark backenden, darum nicht anwendbar, weil sie so sehr sich aufblähen und dadurch die Roste verstopfen, den Luftzug hindern. Dagegen können sie zu Schmiedefeuer mit Nutzen gebraucht werden. Sie verbrennen, da sie wenig Schwefel enthalten, mit weißer Flamme ohne stinkenden Rauch.

Um sich auf das Vollkommenste von der backenden Eigenschaft einer fraglichen Steinkohle, sowie von der Menge der brennbaren und nichtbrennbaren Gase, und zugleich von ihrem Coaks- und Aschengehalte zu überzeugen, gibt es ein sehr einfaches Probeverfahren, das bezüglich der Gase zwar kein genaues Resultat gibt, aber immerhin für die gewöhnlichen Zwecke eines Hüttenmannes genügend sein mag. Man verschafft sich zu dem Ende einen kleinen Thontiegel mit ziemlich gut passendem in der Mitte durchgebohrtem Deckel, glüht diesen sammt Deckel kurz vor dem Gebrauche in einer Kohlengluth gehörig durch, tarirt ihn sodann auf einer ziemlich empfindlichen Wage, füllt ihn hernach mit der früher pulverisirten Steinkohle ungefähr auf $\frac{1}{3}$ seines Inhaltes, und bringt denselben abermals auf die Wage, um das Quantum der eingefüllten Kohle zu erfahren. So verbreitet erhitzt man den bedeckten Tiegel langsam und gleichmäßig in der Nähe einer Kohlengluth, damit alle Feuchtigkeit ausgetrieben werde, die bei der Oeffnung des Deckels als Dampf entweicht. Gegen das Ende der Operation muß die Temperatur merklich über die Wassersiedhitze gesteigert, aber immer noch entfernt von der Glühhitze gehalten, und die entweichenden Dämpfe müssen mit einem brennenden Holzspan öfters auf ihre Brennbarkeit untersucht wer-

den. Wie man eine Entzündbarkeit in den entweichenden Dämpfen gewahrt, wird der Tiegel sogleich entfernt, und möglichst schnell gewogen, — der Gewichtsverlust gegen die vorige Wiegung zeigt die Menge der unbrennbaren Gase an, die vorzugsweise aus Wasserdampf bestehen. Hierauf bringt man den Tiegel wieder zur Kohlengluth, erhitzt ihn nun allmälig bis zur Rothglühhitze und erhält ihn darin so lange, als brennbare Gase entweichen; hat deren Entwicklung völlig aufgehört, so wird der Tiegel auf die Wage gebracht, um durch den seit der letzten Wiegung erlittenen Gewichtsverlust die Menge der brennbaren Gase, und aus der Vergleichung mit dem Gewichte des leeren Tiegels die Menge der rückständigen Coaks zu erhalten. Letztere werden nun entweder als trockenes Pulver erscheinen, und dann ist die Kohle eine Sandkohle, oder sie sind zu einem festen Kuchen zusammengesintert, was eine Sinterkohle beweis't, oder sie haben sich zu einer schlackigen, porösen Masse aufgebläht, wodurch eine Backkohle angezeigt wird. Um nun noch den Aschengehalt zu erfahren, bringt man die erhaltenen Coaks auf einen flachen Tiegelscherben und verbrennt dieselben über der Kohlengluth zu Asche, die als zartes Pulver zurückbleibt, und wobei man nur Acht haben muß, daß von derselben nichts verloren gehe und nichts dazu komme; das Gewicht derselben kann sofort bestimmt werden. Um das Einäschern, welches oft lange währet, zu befördern, soll mit einem reinen Glas- oder Metallstab öfters durchgerührt werden; solange sich der Rückstand dabei sandig anfühlt, ist die Einäscherung noch nicht vollendet.

In ähnlicher Weise kann auch der Torf auf seinen Gehalt an unbrennbaren und brennbaren Gasen, an Kohlen und Asche untersucht werden. Das Holz hiernach zu untersuchen, wird man nicht leicht Veranlassung finden. Ich wiederhole nur nochmals, daß

sich gegen die Genauigkeit dieser Probe gar Vieles einwenden läßt; allein zur Vergleichung der verschiedenen Brennmaterialien, zur vorläufigen Untersuchung eines noch unbekannten Torfes oder einer Steinkohle ist sie gut zu gebrauchen, bei ihrer Einfachheit von jedem Hüttenmann leicht auszuführen, und darum empfehlenswerth.

Die Sinter- und Sandkohlen haben eine weniger dunkelschwarze, mehr in's Eisengraue sich neigende Farbe, ihre Oberfläche und Bruch ist oft sehr glänzend; sie entzünden sich viel schwerer, brennen mit bläulicher Flamme, mit einem schwefligen stinkenden Geruch, weil sie meist viel Schwefel enthalten, entzünden sich wegen des Schwefeleisens nicht selten in den Gruben und Magazinen von selbst. In dieser Kohle ist der Gehalt an Wasserstoff zurückstehend, überhaupt der Kohlenstoff mehr vorwaltend, 52 bis 59 Proc., letztere in den Sandkohlen. Man bedient sich der in Backkohle übergehenden Sinterkohle zum Flammofenbetrieb mit Nutzen, sowie auch zum Erzrösten. — Sandkohle mit dem geringsten Kohlenstoffgehalt ist die schlechteste Kohle.

Die Braunkohlen backen nie, sie behalten auch im verkohlten Zustande ihre Form bei; ihr Kohlenstoffgehalt wechselt von 67 bis 74 Proc. Sie können zu Rostfeuerungen, nicht aber in Schachtöfen angewendet werden. Die Erdkohle wird mit Wasser gemengt, aus welchem Teig man Ziegel streicht, die getrocknet verbrannt werden. Beim Brennen ist die Menge der Asche, besonders von der Erdkohle, beträchtlich, sowie der üble Geruch lästig.

Je größer der Kohlenstoffgehalt der Steinkohle, desto dicker ist die Consistenz des durch eine gute Destillation zu gewinnenden Theers. Die Sandkohlen geben also mehr wässrige Flüssigkeit, als die Sinter- und Backkohlen; die Menge sich erzeugender Gase

steht mit dem Kohlenstoffgehalt der Steinkohlen im umgekehrten Verhältniß. Bei Anwendung einer sehr schwachen, langsam bis zum Glühen verstärkten Hitze wird mehr Wasser, weniger Oel, mehr Gas erzeugt, welches aber weniger leuchtet, als bei rasch vermehrter Hitze; je backender die Steinkohle, desto mehr nimmt das Verhältniß des Oel erzeugenden Gases in dem Gasgemenge zu. Nur Sand- und Sinterkohlen, bei denen der Kohlenstoffgehalt gering ist, werden von der Rothglühhitze zersetzt, obige Flüssigkeiten entwickeln sich erst in der Dunkelrothglühhitze.

Verkohlung der Steinkohlen (Vercoakung). — Um die Anwendbarkeit einer Steinkohle zum Vercoaken zu beurtheilen, muß auf den Aschengehalt, die Zerklüftung, Einlagerung von Faserkohle Rücksicht genommen werden. Backkohlen haben vor den Sinter- und besonders vor den Sandkohlen den großen Vorzug, daß sie durch die letzten Verhältnisse zum Vercoaken nicht untauglich werden, weil die vor dem Verkohlen getrennten einzelnen Theile, aus denen die Kohlenmasse besteht, beim Vercoaken zusammenschmelzen und daher Coaks in großen Stücken liefern können; es sei denn, daß sie mit Schichten von Faserkohle zu stark durchzogen, oder daß die Klüfte stark mit fremdartigen Beimengungen ausgefüllt werden, die durch feine Risse und Klüfte sehr zerspalten sind, wenn sie nicht etwa bedeutend zu den Backkohlen hinneigen. Sinterkohlen, die durch feine Risse und Klüfte sehr zerspalten sind, wenn sie nicht etwa bedeutend zu den Backkohlen hinneigen, noch mehr. Sandkohlen eignen sich zum Vercoaken durchaus nicht, weil sie in kleine Stücke zerfallen, die in Schachtöfen nicht benutzt werden können. Sandkohlen von einem Kohlenstoffgehalt von 90 Proc. (sogen. Anthracit) sind als natürliche Coaks zu betrachten und lassen sich unter Umständen als solche anwenden, wenn sie eine homogene Masse bil-

den und nicht zerspringen. Dagegen sind Sinter- und Sandkohlen von geringem Kohlenstoffgehalt, die wenigstens in 4 bis 5 Zoll starken Lagen gleichartig bleiben, nicht zerklüftet sind, sehr gut zur Vercoakung anwendbar; allein die aus ihnen erzeugten Coaks sind sehr dicht, fest, erfordern eine große Windmenge. Kohlen, die beim Verbrennen 5 Proc. Asche und darüber hinterlassen, geben für Eisenhohöfen sehr wenig brauchbare Coaks.

Die Coaks sind leichter als die Steinkohlen, grauschwarz von Farbe, von schwachem Seidenglanz, ausgezeichnet porös, möglichst von Schwefel frei. Sie erfordern zum Brennen einen größeren Luftzug als Steinkohlen, indem sie reine Kohlen sind, letztere aber noch Wasser- und Sauerstoff enthalten, weshalb die Oefen höher sein, die Gebläse mehr Wind in die Oefen treiben müssen. Bei gleichem Volum verhält sich die Wirkung der Holzkohlen zu der der Coaks beim Verschmelzen der Eisenerze in Schachtöfen = 1 : 2, bei gleichem Gewicht = 23,1 : 100, im letzten Falle = 71,2 : 100.

Die Coaks von Backkohlen sind locker, schwammig, dem Durchgang der Luft zugängig; Coaks aus Sinterkohlen dagegen bilden schon eine dichtere, festere Masse; die von Sandkohlen endlich sind dem Durchgange der Luft sehr ungünstig; dagegen können die ersteren auch durch ihre Lockerheit unbrauchbar werden, weil sie schon beim Aufeinanderliegen großer Massen durch ihr eigenes Gewicht zerdrückt werden, noch weit mehr in hohen Schachtöfen durch die Last des Erzes. Man kann daher lockere Coaks nur in niedrigen Schachtöfen verwenden, dann aber auch mit sehr günstigem Erfolg. Kleine Kohlen, wie sie beim Steinkohlenbergbau in großer Menge abfallen, sind nur dann zum Vercoaken geeignet, wenn es Backkohle ist; sind die kleinen Kohlen aber mit Let-

ten, Schieferthon, Faserkohle verunreinigt, so werden die daraus darzustellenden Coaks durch einen zu großen Aschengehalt unbrauchbar.

Das Vercoaken, gewöhnlich, aber nicht mit Recht, Abschwefeln genannt, geschieht sowohl in Meilern, Haufen, als auch in Oefen; im letzteren Fall, um theils die Dämpfe zu condensiren, theils besonders die Gase aufzufangen und zu benutzen. Kleine Kohlen werden gewöhnlich in Oefen verkohlt, für die Stückkohlen bedient man sich fast nur der Meilerverkohlung.

Verkohlen der Steinkohlen in Meilern. — Verkohlen der Stückkohlen. — Früher setzte man die Steinkohlen, wie das Holz, in runde Meiler von 10 bis 15 Fuß im Durchmesser, so daß die Kohlen von der Peripherie nur 6 bis 8 Zoll, in der Mitte aber 18 bis 24 Zoll hoch übereinander lagen; man bedeckte den kegelförmigen Meiler mit Stroh oder Laub, darüber mit Erde oder Lösche. Bald fand man, daß, um den zu starken Luftzutritt abzuhalten, ganz kleine Kohlen ausreichen, und daß es hinlänglich, die vercoakten Stellen mit Lösche zu bedecken. Statt der runden Meiler stellte man jetzt die zu verkohlenden Steinkohlen in langen Haufen ohne Decke auf, um eine größere Menge auf einmal verkohlen zu können; allein die Erfahrung hat gelehrt, daß dabei durchs Verbrennen ein bedeutender Verlust stattfindet.

Ein trockner, ebner Platz bildet die Verkohlungsstätte, einem sandigen Boden gibt man eine 6 Zoll hohe Decke aus einem Gemeng von Lehm und kleinen Staubkohlen. Nach der Längenachse des Haufens, den man aufbauen will, wird eine Schnur gezogen; längs dieser werden zu beiden Seiten in der Entfernung von 2 zu 2 Fuß (bei leicht entzündlichen Kohlen in weiteren Entfernungen) 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fuß lange Pfähle eingeschlagen, welche nach der Aufstel-

lung des Haufens ausgezogen werden und die Punkte angeben, an denen derselbe angezündet wird. Die größten Kohlenstücke werden längs der Schnur gegen einander geneigt aufgestellt, wodurch ein in der Längenachse des Haufens fortlaufender Luftcanal gebildet wird. An diese größten Stücke lehnen sich dann die folgenden Reihen der Kohlenstücke zu beiden Seiten in immer kleineren Dimensionen an, aber so, daß Zwischenräume möglichst vermieden werden; die kleineren Kohlenstücke dienen zur Ausfüllung derselben, die kleinsten, von 2 bis 3 Kubikzoll, als Decke. Die Breite der Haufen pflegt 10 bis 12 Fuß zu sein, die Länge 100 bis 150 Fuß, doch ist die Länge außerwesentlich und richtet sich nach dem Oertlichen. Durch die abnehmende Größe der Steinkohlen von der Mitte nach den Seiten enthält der Haufen im Querdurchschnitt die Gestalt eines Tonnengewölbes; die Höhe beträgt in der Mitte 16 bis 22 Zoll, vermindert sich zu beiden Seiten bis 6 und 4 Zoll. Auf die untere Schicht wird nie eine zweite regelmäßige Schicht aufgetragen, sondern man bedeckt sie mit Steinkohlenstücken.

Ist der Haufen vollständig gesetzt, sind die Pfähle ausgezogen, so werden in die dadurch gebildeten kleinen Schächte brennende Steinkohlen geworfen, wodurch der ganze Haufen in Zeit von 4 bis 6 Stunden in Brand geräth. Während dem ist nur nöthig, daß man Obacht giebt, wo die Flamme nachläßt und Veraschung eintreten will; diese Stellen werden sogleich, um das Feuer zu ersticken, mit Lösche beschüttet. Die Zeit, wie lange ein Haufen brennen muß, hängt von der Natur der Kohle ab; sehr backende Kohlen erfordern vom Anzünden bis zum Bedecken der letzten Stelle 36 bis 48 Stunden, weniger bakkende 12 bis 16 Stunden; bei Frostwetter, heiterer Luft und Wind erfolgt das Vercoaken schneller als

bei stiller Luft und Regenwetter; starkes Dampfen zeigt eine mehr backende, lockere Kohle an, bei schwachem erhält man gewöhnlich dichte und feste Coaks. Ehe das Feuer erlischt, muß der mit Lösche bedeckte Haufen 3 bis 4 Tage lang stehen bleiben, dann werden die Coaks von den kurzen Seiten des Haufens gezogen.

So einfach auch dieses Verfahren ist, so mangelhaft ist es, indem durchs Verbrennen ein beträchtlicher Kohlenverlust stattfindet; man hat daher die ältere Verkohlungsart in runden Meilern mit einigen Modificationen an mehreren Orten wieder eingeführt, und es wird wahrscheinlich die Haufenverkohlung nach und nach ganz aufgegeben werden. Das neuere Verfahren besteht darin, daß man in der Mitte des runden Meilers eine nach Oben zu conisch verengte Esse aus Ziegelsteinen, 6 Zoll stark, aufführt, um welche die zu verkohlenden Steinkohlen in concentrischen Reihen aufgestellt werden. Die Höhe derselben hängt von der Höhe ab, welche man dem Meiler in der Mitte geben will, 3½ Fuß, weil, wenn man den Meiler höher bauen wollte, die Coaks zerdrückt werden würden. Die Esse wird einige Zoll höher gemacht, unten etwa 12, oben 6 Zoll weit, oder 15 und 8; oben legt man einen gußeisernen Kranz auf's Mauerwerk, um eine Platte aufdecken zu können. Die Mauer der Esse ist durch Aussparen der Ziegel beim Aufmauern mit concentrischen Reihen von Oeffnungen bis zur Höhe des Meilers versehen, um das Innere des letzteren mit der ersteren zu verbinden. Das Aufstellen der Kohlen geschieht in kreisförmigen Reihen rings um die Esse, nach Außen die kleinern Kohlen; an der Sohle des Meilers bildet man von der Peripherie nach dem Essenschacht führende Züge, Luftcanäle, wie bei der Haufenverkohlung größerer Meiler, und schwer entzündliche Kohlen erfordern mehr

Luftcanäle als kleine Meiler und leicht entzündliche Kohlen. Ein Meiler mittlerer Größe, von 18 Fuß im Durchmesser, erhält 6 bis 8 Luftcanäle. Auf die unterste Schicht Kohlen kommt eine zweite, dritte, bis der Meiler 3½ Fuß hoch ist, im Uebrigen verfährt man wie bei den Haufen, auf die Sohle des Essenschachts wirft man trockne Holzspäne und zündet sie von Oben an.

Die Behandlung der Meiler beim Verkohlen ist verschieden; nach dem einen Verfahren, welches nur bei stark backender Kohle anwendbar ist, bedeckt man den fertig gesetzten Meiler 3 Zoll dick mit angefeuchter Kohlenlösche, so daß Flammen und Rauch nicht durchdringen, sondern nur durch den Essenschacht abgeführt werden; der Meiler bleibt so lange im Treiben, als noch Rauch und Flamme sich zeigen, darauf wird der Essenschacht bedeckt, alle Oeffnungen geschlossen, um das Feuer zu ersticken; nach drei Tagen werden die Coaks gezogen. Ein anderes Verfahren besteht darin, keine Decke zu geben; man bedeckt nach und nach die Stellen, wo keine Flamme mehr erscheint; sobald sich Flamme und Rauch aus der Esse erheben, wird sie zugedeckt. Man verfährt im Uebrigen wie bei der Haufenverkohlung, nur daß hier das Feuer von Innen nach Außen geleitet wird, wodurch im Durchschnitt 5 Proc. Koaks mehr gewonnen werden. Sind alle Punkte des Meilers mit Lösche beworfen, so wird die Platte vom Essenschacht abgenommen, damit die sich noch entwickelnden Dämpfe abziehen können, während die Luftcanäle den Zug reguliren. Steigt keine bläuliche Flamme mehr aus der Mündung der Esse auf, etwa 24 Stunden nach gänzlicher Bedeckung des Meilers, so werden die erstere und alle Canäle sorgfältig geschlossen, um das Feuer zu ersticken. Bei diesem Verfahren wird die

Decke schon vor der vollendeten Verkohlung gegeben und diese durch die Zuglöcher und die Esse bewirkt.

Vercoaken der kleinen Kohlen, Staubkohlen, in Haufen ist wenig gebräuchlich; es findet fast überall in Oefen statt.

Verkohlen der Steinkohlen in Oefen. — Vercoaken der Stückkohlen. — Man wählt hiezu schwach backende Steinkohlen, theils weil sie viel condensirbare Theerdämpfe entwickeln, theils weil sie sich in Oefen leichter verkohlen lassen und keinen so starken Luftzutritt erfordern, als Sinter- und Sandkohlen, welche sich stark aufblähen; diese sind hiezu kaum geeignet, weil sie dem Luftzutritt hinderlich, und weil es schwierig sein würde, die zusammengebackenen Coaks aus dem Ofen zu schaffen. Man bedient sich zu diesem Behufe runder Schachtöfen.

Zu unterst bringt man etwas trocknes Holz, darauf trägt man die Kohle durch die Eintragthür, ist diese dann zugesetzt, durch die Schachtmündungen ein, spart aber in der verlorenen Mauer einen Canal zum Anzünden des Holzes aus. Ist der Ofen bis an die Dampfröhre gefüllt, so wird die Mündung des Schachts mit der Platte geschlossen, die Fugen mit Lehm verstrichen, das Holz angezündet, die drei oberen Reihen der Luftcanäle geschlossen, die untern allein geöffnet. Nach 10 Stunden zeigt sich das Feuer durch die zweite Reihe der Zuglöcher, daher man die unterste schließt, diese öffnet; so fährt man von 10 zu 10 Stunden fort, bis die vierte geöffnet worden, welche aber nur etwa 3 Stunden geöffnet bleibt. Nach 12 Stunden, während welcher Zeit der Ofen fest verschlossen geblieben, werden die glühenden Coaks ausgezogen und mit Wasser gelöscht. Die Kohlen dürfen im Ofen nie flammen, sondern bloß glühen. Auf der Windseite müssen die Register wenig oder gar nicht geöffnet werden; wird die Farbe der glü-

henden Kohle dunkelfeuerroth, wohl gar weiß, so müssen die Zuglöcher geschlossen werden.

Die im Ofen erzeugten Coaks sind immer dichter, fester, als die in Haufen und Meilern erhaltenen, weil sie sich weniger ausdehnen können; daher erhält man auch dem Raume nach weniger Coaks in Oefen als in Meilern und Haufen; dem Gewichte nach dürfte es aber wohl ziemlich gleich sein. Wo die Nebenproducte von der Vercoakung größeren Werth haben, als die Kosten der Anlage und Unterhaltung der Oefen und der Betrag der höheren Arbeitslöhne, würde das Verkohlen der nicht zu sehr backenden Steinkohlen in Oefen zu empfehlen sein.

Die Verkohlung der kleinen Kohlen geschieht auf überwölbten Heerden, nach Art der Backöfen mit einem noch flacheren Gewölbe construirt.

Man gibt solchen Oefen, deren mehrere nebeneinander angelegt werden, eine vom Kreise wenig abweichende elliptische Form, damit die vordere Oeffnung nicht zu groß ausfalle; man pflegt die Dimensionen so zu nehmen, daß 10 bis 13 Kubikfuß Staubkohlen in einer Lage von 6 Zoll Höhe auf der Heerdsohle ausgebreitet werden können. Je flacher das Gewölbe sein kann, welches hauptsächlich von der Beschaffenheit des Baumaterials abhängt, desto günstiger ist der Erfolg des Vercoakens. Man fertigt dasselbe aus feuerfestem Thon, oder Mauerziegeln, aus feuerbeständigem Sandstein; Kalkmörtel kann wegen der sich aus den Steinkohlen entwickelnden schwefeligen Säure, die in Schwefelsäure übergeht, nicht angewendet werden. Man bedeckt das Gewölbe mit einer Lehmschicht, darüber mit Sand, um die Abkühlung durch die äußere umgebende Luft abzuhalten.

Man bringt den Ofen durchs Verbrennen von kleinen Stückkohlen in Hitze und trägt dann die obige Menge Staubkohlen ein, breitet sie auf dem Heerd

in gleicher Höhe aus, worauf sie in Brand gerathen. Wenn das Rauchen aufhört, keine Flamme mehr erscheint und sich auf der Oberfläche der Kohlen weiße Flugasche bildet, dämpft man die Gluth mit Wasser. Der Verkohlungsproceß dauert 6 Stunden. Die Arbeit geht ununterbrochen Tag und Nacht, bis etwaige Reparaturen einen Stillstand nöthig machen. Man gibt dem Ofen zuweilen auch die Einrichtung, daß über die Mitte des Gewölbes eine kurze Esse sich erhebt, durch welche die Dämpfe abziehen; man construirt auch den Ofen eiförmig, an beiden schmalen Seiten befinden sich dann Oeffnungen zum Einsetzen der Kohlen und Ausziehen der Coaks. Die Heerdsohle ist von der Mitte aus nach diesen Oeffnungen hin schwach geneigt. Letztere sind mit eisernen Rahmen versehen und mit eisernen Schiebeplatten geschlossen, die mittelst eines Hebels und Gegengewichte auf und ab bewegt werden können; in den Platten sind mehrere Löcher angebracht, um Luft zuzulassen. Das Eintragen der Kohlen erfolgt abwechselnd auf der einen und auf der andern Seite, und man richtet sich mit der Arbeit überhaupt so ein, daß die eine besetzt wird, während auf der andern die Verkohlung noch nicht ganz vollständig erfolgt ist.

Eine Vergleichung des Effects der verschiedenen Brennmaterialien kann immer nur für bestimmte Temperaturen, also für bestimmte Zwecke, welche durch die erhöhete Temperatur während einer gewissen Zeitdauer erreicht werden sollen, angestellt werden. Diese Vergleichung ist indeß sehr schwierig, und daher sind die bis jetzt erkannten Erfahrungen nur sehr unvollständig. Weil jede Art des Brennmaterials eine eigenthümliche Feuerungseinrichtung erfordert, um den größten Effect für einen bestimmten Zweck hervorzubringen, so kann die Vergleichung schon aus diesem Grunde nicht unter gleichen Umständen

und Verhältnissen erfolgen, und die Einflüsse der Strahlung, Absorption, Reflection, Transmission und Leitung der Wärme müssen sich daher bei einem Brennmaterial anders als bei dem andern geltend machen und die Effecte beim Verbrennen modificiren. Die Brennkräfte der Brennmaterialien lassen sich unter gewissen Voraussetzungen ziemlich genau bestimmen; allein mit den Brennkräften stehen die Wirkungen, ganz besonders die Heizkräfte der Brennmaterialien, nur selten im geraden Verhältnisse. Von ganz besonderem Einfluß auf den Effect scheint die specifische Wärme der flüchtigen Substanzen zu sein, welche sich beim Verbrennen, sowohl bei verschiedenartigem, als bei einem und demselben Brennmaterial, in verschiedenen Temperaturen entwickeln.

Es sind aber diese, noch ziemlich unbekannten Verhältnisse nicht die einzigen, welche eine Effectvergleichung erschweren, sondern es treten noch andere Umstände ein, von scheinbar geringerer Wichtigkeit, durch welche indeß die Resultate sehr verdunkelt und unzuverlässig werden. Zuerst die verschiedenartige Beschaffenheit eines und desselben Brennmaterials. Sodann der Feuchtigkeitsgehalt. Endlich die genaue Bestimmung der Maße und Gewichte, je nachdem die Vergleichung nach dem Volum oder nach dem Gewichte angestellt werden soll. Vergleichungen nach dem Volum sind so unzuverlässig, daß nur selten daraus Resultate von annähernder Richtigkeit erhalten werden können.

Bei Wasserverdampfungsprocessen (Siedeprocessen) lassen sich die Effecte des lufttrocknen Kiehnenholzes, des lufttrocknen Torfes (von einer Brennkraft von etwa 3000 Wärme-Einheiten) und der Steinkohlen von nicht zu stark backender Beschaffenheit etwa in folgender Art annehmen:

Dem Volum nach sind gleich zu setzen:

100 Steinkohlen = 400 Holz = 400 Torf,

100 Holz = 25 Steinkohlen = 100 Torf.

Dem Gewichte nach wären die Effecte gleich für 100 Steinkohlen = 160 Holz = 250 Torf.

Die Wirkung von 1 Gewichtstheil Backkohlen besteht in der Verdampfung von 5¼ Gewichtstheilen Wasser, insofern sie nicht zu kleinen Siedepfannen angewendet werden. Bei sehr großen und zweckmäßig eingerichteten Pfannen, — bei welchen der Siedeproceß nicht oft unterbrochen werden darf, folglich ein geringerer Wärmeverlust durch minder häufiges Anwärmen bis zum Siedepunkte stattfindet, können auch 6 bis 7 Gewichtstheile Wasser verdampft werden. — Die Effecte der Brennmaterialien scheinen daher bei den Siedeprocessen in einem sehr nachtheiligen Verhältniß zu ihren Brennkräften zu stehen, und die Steinkohlen leisten, im Verhältniß ihrer bedeutend größeren Brennkraft, ungleich weniger als das Holz.

Anders stellt sich das Verhältniß, wenn höhere Temperaturgrade hervorgebracht werden sollen, indem die Steinkohlen durch ihre überwiegend größere Heizkraft das Holz im Effect so sehr übertreffen, daß durch das lufttrockene Holz der verlangte Effect häufig nicht einmal erreicht werden kann, sondern stark gedörrtes Holz angewendet werden muß. Beim Umschmelzen des Roheisens in Flammöfen sind, um 100 preuß. Pfund Roheisen einzuschmelzen, etwa 7 Kubikfuß Holz im lufttrocknen Zustande erforderlich, während dieser Effect durch 1 Kubikfuß Steinkohlen hervorgebracht werden kann. Die Effecte der beiden Brennmaterialien würden sich also verhalten:

Dem Volum nach 100 Steinkohlen = 700 Holz,
100 Holz = 14,3 Steinkohlen.
Dem Gewicht nach 100 Steinkohlen = 260 Holz.
100 Holz = 38 Steinkohlen.

Dem Volum nach leisten die Steinkohlen also ein 7 Mal und dem Gewicht nach einen mehr als

$2\frac{1}{2}$ Mal größeren Effect als das Kiefernholz, so daß bei so hohen Temperaturen der Effect der Steinkohlen, im Vergleich mit dem, welcher sich durch das Holz hervorbringen läßt, mit den Brennkräften beider Brennmaterialien abermals nicht im Verhältniß steht und die Brennkraft der Steinkohlen vergleichungsweise sogar höher erscheint, als sie wirklich ist. Herr Bineau glaubt, daß die zu Ichoux angestellten Versuche zu dem Resultate führen, daß 2 Theile Torf dem Gewicht nach die Wirkung von 1 Theil Steinkohlen beim Vercoakungsproceß leisten. Alle solche Verhältnißzahlen haben jedoch keinesweges einen absoluten Werth, indem die größere oder geringere Leistungsfähigkeit eines Brennmaterials zum großen Theil von der größeren oder geringeren Zweckmäßigkeit der Vorrichtungen und Räume abhängt, in welchen die Verbrennung erfolgt.

Ebenso wie bei den Vergleichungen für niedrige Temperatur der Effect der Steinkohlen zu dem des Holzes sehr gering erscheint, stehen auch die Coaks in der Wirkung gegen die Holzkohlen für geringere Grade der Temperatur sehr zurück. Vergleicht man diese Effecte für höhere Temperaturen, so läßt sich annehmen, daß bei dem mit erhitzter Luft stattfindenden Betriebe der Hohöfen, also bei einem Processe, durch welchen gleichzeitig eine Reduction und eine Schmelzung bewerkstelligt werden soll, folgendes Effectverhältniß stattfindet:

Dem Volum nach	100 Coaks	=	250 Holzkohlen
	100 Holzkohlen	=	40 Coaks.
Dem Gewicht nach	100 Coaks	=	80 Holzkohlen
	100 Holzkohlen	=	125 Coaks.

Diese Verhältnisse sind natürlich nur annäherungsweise richtig, und liegt dabei die Annahme zum Grunde, daß die Holzkohlen aus Kiefernholz dargestellt sind. So große Effecte für die Coaks werden jedoch

nach den bisherigen Erfahrungen nicht erreicht, wenn beim Hohofenbetriebe ein Theil der Holzkohlen durch Coaks ersetzt wird.

Ungleich größer, in Vergleichung mit den Holzkohlen, stellt sich der Effect der Coaks beim Umschmelzen des Roheisens in den Cupolöfen, wenn die Vergleichung bei dem Betriebe mit erhitzter Luft bei 5 Fuß hohen Oefen für die Coaks und 15 Fuß hohen Oefen für die Holzkohlen aus Kiefernholz angestellt wird. Das Effectverhältniß stellt sich dann etwa:

Dem Volum nach	100 Coaks	= 450 Holzkohlen,
	100 Holzkohlen	= 22½ Coaks.
Dem Gewicht nach	100 Coaks	= 120 Holzkohlen,
	100 Holzkohlen	= 83⅓ Coaks.

Diese Effecte stehen mit den Brennkräften außer allem Verhältniß und durchaus nicht in irgend einem nachweisbaren Zusammenhange. Es wird daher für *eine* jede Operation und für eine jede Vorrichtung zu einer und derselben Operation das Effectverhältniß erst durch die Erfahrung gefunden werden müssen.

Bis neuerlich wandte man nur die festen Brennmaterialien, sowie wir sie in dem Obigen kennen gelernt haben, bei den Hüttenprocessen an, jetzt aber auch gasförmige. Jedoch ist die Benutzung derselben auf Flammöfen beschränkt, in Schachtöfen und Heerden sind sie nicht anwendbar.

Die gasförmigen Brennstoffe werden entweder in den Schachtöfen, nachdem die festen dort schon gewirkt haben und ehe sie unbenutzt entweichen, aufgefangen, oder sie werden aus solchen festen erzeugt, die vermöge ihrer chemischen Constitution, oder wegen ihres Aggregatzustandes, zur Flammenfeuerung gar nicht oder nur wenig geeignet sind.

Es lassen sich auf diese Weise die Brennstoffe weit höher benutzen, und wir können sie reiner anwenden und ohne das Eisen mit dessen Hauptfeinden,

Schwefel und Phosphor, zu verunreinigen. So scheiterten fast alle Versuche, den Torf beim Hoh- und Cupolofen-Betriebe anzuwenden und auch der Puddelproceß, das Schweißen und das Umschmelzen des Roheisens mit diesem Brennmaterial lieferten keineswegs günstige Resultate, indem die Flugasche nicht vom Eisen abgehalten werden konnte.

Die gasförmigen Brennmaterialien haben aber noch viele andere Vortheile. So können sie die ihrer Heizkraft entsprechende Temperatur augenblicklich entwickeln, so daß man durch dieselben eine weit stärkere und nach Belieben zu modificirende Hitze erlangen kann. Ebenso leicht ist es, mit Gasen eine Oxydation, oder eine Reduction, oder eine bloße Temperaturerhöhung, die wieder mit der einen oder der andern verbunden ist, hervorzubringen.

Ein sehr wesentlicher Vortheil der Anwendung der Gase als Brennmaterial ist der, daß die Temperatur der Verbrennung so leicht verändert werden kann, indem man die Temperatur der atmosphärischen Luft, mit welcher die Gase verbrennen müssen, steigert oder vermindert. Der Hüttenmann ist also stets Herr seiner Operationen, was bei einer andern Feuerung durchaus nicht der Fall ist.

Die aus den Hohöfen mit einer hohen Temperatur entweichenden und über der Gicht durch die hinzutretende atmosphärische Luft und Flammen verbrennenden Gase hat man schon lange zu benutzen versucht; so zum Kalkbrennen, zum Erzrösten, zum Trocknen der Lehm- und Masseformen bei der Eisengießerei. Seit der Einführung der erhitzten Gebläseluft beim Hohofenbetriebe ist man aber besonders auf die Benutzung der durch die Gichtengase verloren gehenden Hitze aufmerksam geworden, und hat dieselbe nicht allein zur Erhitzung des Windes in den Winderhitzungsapparaten, welche auf der Gicht auf-

gestellt wurden, benutzt, sondern man ist auch auf eine genauere Prüfung der Natur dieser Gasarten und auf eine darauf begründete vollständigere Benutzung ihrer Brenn- und Heizkraft eingegangen. Zur Feuerung der Kessel, welche die Dämpfe für die Dampfmaschinen liefern, durch die das Gebläse für den Hohofen betrieben wird, hat man die Gichtenflamme auch schon seit einigen Jahren benutzt; indeß hatte man bisher auf eine regelmäßige Zuführung der zum Verbrennen der Gichtengase erforderlichen Quantitäten von atmosphärischer Luft ebenso wenig Rücksicht genommen, als auf den Umstand, daß die auf der Gichtöffnung unmittelbar ausströmenden Gasarten eine geringere Brennkraft besitzen, als diejenigen, welche einige Fuß tiefer unter der Gichtöffnung aufgefangen und abgeleitet werden können. Dem Herrn Bergrath Faber du Faur, jetzt Mitglied des königl. Bergrathes zu Stuttgart und bis kürzlich Director des königl. Eisenhüttenwerkes zu Wasseralfingen im Würtemberg'schen, gebührt das Verdienst, die Benutzung der brennbaren Gase aus dem Hohofenschacht zu einem solchen Grade der Vollkommenheit gebracht zu haben, daß sie zum Schmelzen und zum Frischen des Roheisens, sowie zum Ausschweißen des gefrischten Eisens in Flammenöfen benutzt werden können. Sowohl in Deutschland, als auch in Frankreich sind bereits viele Puddel-, Schweiß- und Feinöfen mit Hohofengas-Feuerung im Betriebe.

Die Bestandtheile der Hohofengase kennen wir jetzt ziemlich genau, allein es gehört nicht zu den Zwecken dieses Werkes, worin wir ohnehin nicht viel Raum haben, die Resultate dieser Untersuchungen mitzutheilen.

Man hat jedoch nicht allein die aus dem Hohofen entweichenden Gase angewendet, sondern man hat es auch, wie wir schon bemerkten, für vortheil-

haft gefunden, sie aus verschiedenen Brennmaterialien, welche wegen ihrer chemischen Constitution, oder wegen ihres Aggregatzustandes, zur Flammenfeuerung wenig geeignet sind, und die auch wenig Werth haben, wie Holzspäne, Kohlenlösche, Braunkohlen- und Steinkohlenklein ꝛc., zu entwickeln. Wir werden weiter unten, beim Puddelfrischen, mehr davon sagen, und bemerken hier nur noch, daß der Hüttenbetrieb mit Gasen noch in seiner Kindheit ist, sehr große practische Schwierigkeiten hat, und daß deßhalb so viele Versuche mißlungen sind. Ich verweise auf meine Schrift: Ueber den Eisenhüttenbetrieb mit Gasen ꝛc. 2 Hefte. Quedlinburg 1844 und 1845.

Das Gebläse.

Unter Gebläse versteht man die verschiedenen mechanischen Vorrichtungen, deren man sich zur Erzeugung eines gepreßten Luftstromes bedient. Am gewöhnlichsten bestehen die Gebläse aus zwei Haupttheilen, wovon der eine einen hohlen nach einer Seite offenen Raum, der andere eine Fläche bildet, welche die offene Seite des hohlen Raumes schließt; durch Bewegung der luftdichten Fläche in dem hohlen Raume, oder umgekehrt des letztern nach der Fläche zu, wird die im geschlossenen Raume enthaltene Luft zusammengedrückt, und dadurch veranlaßt, bei einer in diesen Raum mündenden Oeffnung, der Ausströmungsöffnung, im gepreßten Zustande zu entweichen. Bei der darauf folgenden rückgängigen Bewegung der Fläche oder des hohlen Raumes wird der letztere wieder mit atmosphärischer Luft gefüllt, und zwar durch eine eigene in die Atmosphäre mündende Oeffnung, die Einströmungsöffnung, worauf wieder,

wie zuerst, das Zusammenpressen und Ausströmen der gepreßten Luft erfolgt. Auf diese Weise wird demnach ein periodischer Luftstrom erzeugt; soll derselbe aber ununterbrochen sein, wie beinahe immer der Fall, so muß man entweder zwei oder mehrere solcher einfachen Vorrichtungen neben einander anbringen, die wechselweise wirkend sind, oder der einzelnen Gebläsevorrichtung eine solche Einrichtung geben, daß sie bei der vor- und rückgängigen Bewegung wirksam ist, doppelt wirkend, doppelt blasend wird, oder endlich eine eigene Vorrichtung, einen Windregulator, damit in Verbindung bringen, wodurch in der einen Periode ein Theil der gepreßten Luft aufgenommen und in der andern, wo die einfache Gebläsevorrichtung nicht wirksam ist, wieder abgegeben wird. Die Windregulatoren werden indessen nicht nur zur Erzeugung eines ununterbrochenen, sondern oft bloß zur Erlangung eines gleichförmigen Windes in Anwendung gebracht, daher sie bei den meisten Gebläsen vorhanden sind. Von Wichtigkeit für die gute Wirkung eines jeden derartigen Gebläses ist die Berücksichtigung, daß die zusammengepreßte Luft möglichst vollkommen ausgepreßt werde, d. h. möglichst wenig davon im hohlen Raume zurückbleibe, wenn bereits durch die rückgängige Bewegung wieder das Einsaugen einer neuen Partie der atmosphärischen Luft geschieht. Die Menge der unausgepreßt bleibenden Luft hängt bei gleicher Spannung derselben ganz von der Größe des hohlen Raumes selbst ab, der von der rückgängigen Bewegung noch übrig bleibt und deßhalb der schädliche Raum genannt wird. Um den gepreßten Luftstrom, den Wind, gerade an jene Stellen hinzubringen, wo man seiner bedarf, muß derselbe vom Gebläse weg in luftdichten Röhren, Lutten oder Canälen, in Windleitungen, welche mit den Ausströmungsöffnungen des Gebläses com-

municiren, zu den bestimmten Stellen geführt werden. Damit das abwechselnde Oeffnen und Schließen bei den verschiedenen Ein- und Ausströmungsöffnungen beim Gange des Gebläses gleichsam von selbst erfolge, ist weiter nichts nothwendig, als daß diese Oeffnungen mit Klappen, Ventilen, versehen werden, die sich nur nach Einer Seite öffnen können, und dabei müssen sich im Allgemeinen die Ventile für die Einströmungsöffnungen nach der entgegengesetzten Seite öffnen, wie jene bei den Ausströmungsöffnungen.

Es herrscht unter den Gebläsen eine große Mannichfaltigkeit im Baumaterial, in der Gestalt, Größe, Bewegung und Wirkungsart derselben; denn in letzterer Beziehung haben wir außer den soeben im Allgemeinen angeführten Vorrichtungen noch solche, wo der Wind durch ein schnell bewegtes Flügelrad, oder durch einen Wasserstrom, oder durch Bewegung von schrauben- und schneckenartigen Gefäßen im Wasser u. s. w. erzeugt wird.

Man theilt die Gebläse ein entweder nach Art des Materials, aus welchem die Hauptbestandtheile desselben angefertigt sind, und dann unterscheidet man lederne, hölzerne, eiserne und hydraulische (wo Wasser ein Hauptheil ist) Gebläse, oder nach ihrer Gestalt und Wirkungsart, wornach sie in Balgen-, Wassertrommel-, Tonnen-, Schrauben-, Ketten-, Ventilator- und in Kolben- (Kasten- oder Cylinder-) Gebläse unterschieden werden. Alle diese Gebläse näher kennen zu lernen, liegt nicht in unserm vorliegenden Zwecke; wir wollen uns hier auf jene Gebläse beschränken, die auf den Eisenhütten gewöhnlich in Anwendung sind; nämlich Balgen-, Wassertrommel-, Ventilator- und Kolbengebläse.

Bei den Balgengebläsen müssen wir die

ledernen von den hölzernen unterscheiden. Die ledernen Balgengebläse waren die ersten Gebläse, und ihr Name ist von Balg, Thierhaut, abgeleitet. In allen Fällen, wo keine große Windmenge benöthigt wird, und das Gebläse nicht lange Zeit hindurch in ununterbrochenem Betriebe erhalten werden soll, da werden noch gegenwärtig die ledernen Bälge wegen ihrer Einfachheit und leichten Bewegungsart allgemein angewandt, wie fast in jeder Handschmiede zu sehen. Auf den Hammerwerken sind die ledernen Balgengebläse selten, nur hie und da bei den kleinen Wärmfeuern für Streck- und Zain-Hämmer werden sie angetroffen. Jedoch dürfen wir die Einrichtung der ledernen Schmiedebälge als bekannt voraussetzen und brauchen uns daher nicht weiter dabei aufzuhalten.

Bei den hölzernen Gebläsen wird der Name Balg nur jenen dieser Vorrichtungen beigelegt, welche im Aeußern eine den pyramidalen Lederbälgen ähnliche Gestalt haben. Es sind dies sonder Zweifel die ältesten hölzernen Gebläse, bei deren Anfertigung noch ganz die Gestalt der altüblichen Lederbälge als Muster diente, und von denen selbst die Benennung Balg übertragen wurde. In der Hauptsache besteht ein gewöhnliches, hölzernes Balgengebläse aus zwei einfach wirkenden Bälgen, deren jeder aus einem pyramidalen Kasten, der Mantel genannt, und einer in selben passenden Fläche, dem Unterkasten, Schämel oder Boden, bestehet. Mantel und Schämel sind an der kürzesten Seite charnierartig mitsammen verbunden, ein Theil von beiden ist unbeweglich und Eins mit dem Balgkopf, während der andere durch verschiedene Betriebsvorrichtungen in Bewegung gesetzt wird. Bei der gewöhnlichsten Art der Balgengebläse steht der Unterkasten fest, während der Mantel bewegt wird, ein in Deutschland unter der Benennung Spitzbälge sehr verbreitetes Ge-

bläse. Bei der andern Art, unter dem Namen Schämelbälge bekannt, ist der Mantel befestigt, hingegen der Schämel der bewegte Theil. Jeder der zwei Bälge hat bei diesen Gebläsen seine eigene, im Balgkopf eingekeilte Düse, und damit dem Ofen oder Feuer ein ununterbrochener Luftstrom zugeführt werde, muß der Bewegungsmechanismus so eingerichtet sein, daß der zweite Balg in dem Momente, als der erste zu blasen aufhört, bereits angefangen hat Wind zu geben; dadurch wird zwar ein ununterbrochener, aber immer noch ein sehr ungleicher, stoßender Luftstrom erhalten, der sich bei diesen Gebläsen nicht vermeiden läßt.

Obgleich die hölzernen Bälge, besonders die Spitzbälge, in vieler Beziehung als ein schlechtes Gebläse zu betrachten sind, müssen wir uns dennoch mit der nähern Einrichtung derselben vertraut machen, weil sie auf den deutschen Hüttenwerken noch zur Stunde das vorwaltendste Gebläse bilden und unter den rein practischen Hammermanipulanten noch immer ihre Vertheidigung finden. In Fig. 10 ist ein Spitzbalg, wobei **A** einen Durchschnitt des Mantels, **B** einen Durchschnitt des Bodens oder Unterkastens, und **C** die obere Ansicht des Unterkastens vorstellt. Der Mantel wird von gut ausgetrockneten, 1½ bis 2 Zoll dicken Bohlen hergestellt, die an ihrem Zusammenstoße mit Falzen in einander greifen, verleimt und angenagelt werden. Zur Verstärkung des Oberbodens vom Mantel, in welchem der Mantelbaum α mit Eisenbändern und Keilen befestigt ist, erhält derselbe von außen auf der hintern Seite zwei Eisenbänder β, welche über die ganze Höhe der bogenförmigen Hinterwand langen. Oft pflegt man den Mantel, besonders wenn dieser unbeweglich ist, von außen an den Kanten nach ihrer ganzen Erstreckung mit nach jeder Seite ein Paar Zoll breiten Blechstreifen

zu übernageln, weil dort die Luftlässigkeit am ersten sich einstellt. Am vordern Ende des Mantels bilden die beiden langen Seitenwände lappenartige Vorsprünge, die zur Aufnahme der Charnierachse (des Schloßnagels oder der Walze) bestimmt sind, wozu sie mit einer runden, ausgebüchsten Oeffnung **a** Fig. 10 versehen sind. Die vordere schmale Seitenwand des Mantels **b** erstreckt sich nicht über die ganze Mantelhöhe, und beim Niedergang des Mantels senkt sich diese Wand in eine nuthartige Vertiefung des Unterkastens **c.** Es versteht sich von selbst, daß die Innenflächen der Seitenwände des Mantels möglichst glatt abgehobelt, und die dazu verwendeten Bohlen möglichst astfrei sein müssen. In der Regel bringt man in dem Mantel ein oder mehrere Zapfenlöcher **d** an, aber leider findet man in der Wirklichkeit diese Löcher ohne allen haltbaren Grund für gewöhnlich geöffnet, weßhalb es gescheidter ist, sie zur Schonung des Gebläses ganz zu verwerfen.

Der Unterkasten **B** und **C** Fig. 10 trägt außer dem Balgkopf mit der Düse das Ventil **v**, und die sogenannte Leistenliederung **l**, d. i. die Vorrichtung, um den Boden oder Unterkasten stets in luftdichtem Schlusse mit den Mantelseiten zu erhalten, und dennoch der Bewegung kein zu großes Hinderniß entgegenzusetzen. Damit alle diese Theile gut angebracht werden können, wird es nothwendig, den Boden selbst gleichsam aus einem Kasten (daher die Benennung Unterkasten) bestehen zu lassen, wobei aber getrachtet werden muß, den schädlichen Raum möglichst klein zu erhalten. Im Wesentlichen bestehet dieser Unterkasten aus zwei parallelen Böden **ef** und **gh**, **B**, und einem dazwischen schief gelegten Boden **ek**; die beiden parallelen Böden sind an den drei längern Seiten herum mit Wänden verbunden, wovon im Durchschnitte **hf** erscheint; die vierte Seite

wird vom Balgkopf mit der Düse gebildet, wodurch letztere mit dem Innern des Kastens in Verbindung gebracht ist; der schiefe Boden **ek** ist bloß zur Verminderung des schädlichen Raumes angebracht, und zu dem Ende in der Umgebung des Ventiles durch Seitenwände mit dem untern Boden **ef** verbunden, wodurch der Raum xy unschädlich wird. Der obere Boden **gh** bildet im Innern des Balges nur gleichsam einen Rahmen, indem er den mittlern Raum frei läßt, und dient als Unterlage für die Leisten **l**; von den Seitenwänden des Mantels steht er überall ¼ bis ¾ Zoll ab. Die Leisten, welche unmittelbar an die Mantelwände anliegen und durch Federn beständig angedrückt werden, sind 1½ bis 2 Zoll hoch, 2 bis 3 Zoll breit. In den Ecken ist jede anstoßende Leiste in ihrer halben Höhe ausgeschnitten und so beide übereinander geplattet. Ebenso sind die beiden langen Leisten, deren jede aus zwei Theilen von ungefähr gleicher Länge besteht, auf etliche Zoll übereinander geplattet, wie bei **m** angedeutet ist, wo beide Enden dann durch Bügelfedern (in **D** vergrößert dargestellt) aus einander und dadurch nach den Ecken gedrückt werden. Uebrigens werden die Leisten durch Spannfedern **n** (in **E** vergrößert dargestellt), welche an mehreren Stellen des rahmenartigen Bodens **gh** eingeschlagen sind, an die Mittelwände angedrückt, und damit die Leisten beim Aufgang des Mantels nicht gehoben werden, sind sie durch einfache, ebenfalls im Boden **gh** befestigte Klammern **p** (in **F** vergrößert dargestellt) lose niedergehalten. Am liebsten hat man bei uns die Leisten von astfreiem Erlenholze, und damit sie sich um so besser an die Mantelwände schmiegen, werden sie an mehreren Stellen mit tiefen Einschnitten versehen, wie q,q ... zeigt, an denen sie sich leicht biegen können; gut ist es, wenn die Holzleisten an den reibenden Flächen mit Leder belegt

werden, welches wegen der starken Abnutzung jedoch öfters erneuert werden muß, außer man wendet eine Graphitirung an, von der wir bei den Kastengebläsen sprechen wollen. Die Ventile haben bei den hölzernen Bälgen ganz dieselbe Einrichtung, wie bei den ledernen, die wir bereits kennen, und die in Fig. 10 zu ersehen ist. Zu empfehlen ist es, am innern Ende der Düsen ebenfalls Klappen, von Eisenblech gefertigt, anzubringen, die sich nach außen öffnen, damit der Balg nicht auch bei der Düsenmündung Luft schöpfen könne, und das etwaige Eindringen von Funken in das Innere des Balges verhindert werde.

Das Charnier oder Schloß, womit die Verbindung zwischen Mantel und Boden bewerkstelligt wird, besteht nebst dem abgedrehten Schloßnagel oder der Walze, die durch die ausgebüchs'ten Oeffnungen **a** Fig. 10, **A** läuft, und in einer rinnenartigen Vertiefung **r** des Ueberkastens **B** ruht, die bisweilen ein metallenes Futter erhält, noch aus zwei Hängeeisen, welche den Schloßnagel bei **ss**, **C** umfassen, durch den Balgkopf gerade niederlaufen, und unterhalb so viel vorragen, daß ein Querriegel durchgeschoben werden kann, wie bei **e**, **B** angedeutet ist. Etwas anders ist das Schloß bei den Schämelbälgen. Dabei ist der Schloßnagel von außen durch zwei Hängeisen in die Höhe gehalten, und der bewegliche Schämel oder Boden ist mit zwei Augeisen (Büchsen) versehen, durch welche der Schloßnagel hindurchgesteckt wird. Die Einrichtung der Leistenliederung und des Ventils ist bei den Schämelbälgen gleich jener bei den Spitzbälgen.

Die Befestigung der Spitzbälge ist sehr einfach. Auf der vordern Seite liegen die Bälge mit ihren Düsen auf, wodurch zugleich die sogenannte Form oder das Eßeisen fest niedergehalten wird; auf der hintern Seite hingegen erhält jeder Balgboden Füße **f**,

mit denen beide auf dem gemeinschaftlichen Querstücke g stehen, welches auf zwei Säulen h ruht und zur mehreren Haltbarkeit mit den Spreitzen k versehen ist. Die Schämelbälge ruhen mit ihrem vordern Ende, zum Festhalten des Eßeisens, ebenfalls auf ihren Düsen; falls diese jedoch zu schwach sein sollten, um auf ihnen allein zu ruhen, braucht man bloß entsprechende Holzunterlagen unter den Balgköpfen anzubringen. An dem hintern Ende sind die Mäntel mit Eisenbändern und Keilriegeln an Querbalken gehängt, der in Gerüstsäulen eingezapft ist. Damit bei den Schämelbälgen der durch sein eigenes Gewicht niedergehende Schämel nur bis zu einer gewissen Tiefe sinken könne, ist das unterste Bret desselben mittelst einer elastischen Holzstange an dem weitern Niedersinken gehindert.

Die Bewegung der Bälge, es mag nun der Mantel oder der Boden der zu bewegende Theil sein, geschieht, seltene Ausnahmen unberücksichtigt gelassen, stets mit Wellfüßen, auch Balgkegel genannt, deren gewöhnlich für jeden Balg zwei an der Welle sitzen. Diese Balgkegel wirken entweder auf ein Zwischengeschirr, oder unmittelbar auf den zu bewegenden Balgtheil. Das Zwischengeschirr kann eine sehr verschiedene, durch locale Verhältnisse bedingte Einrichtung erhalten.

Zur Verminderung der Reibung bei den Leisten l, Fig. 10 müssen dieselben von Zeit zu Zeit mit Talg und die Federn mit Baumöl geschmiert werden, nachdem zuvor die alte, vom Staube ganz dick und fest gewordene Schmiere abgeputzt worden ist. Wird dieses Schmieren zu lange unterlassen, oder drücken die Federn nicht mit der passenden Stärke an die Leisten, so entsteht jener gräßliche Lärm, durch welchen sich die hölzernen Bälge oft auf beträchtliche Entfernung ankündigen. Um in das Innere der

Bälge zu gelangen, wird der Schloßnagel ausgenommen, worauf der Mantel aufgehoben, oder bei den Schämelbälgen der Boden niedergelassen werden kann.

Wir haben bisher die hölzernen Balgengebläse in solcher Anordnung betrachtet, wo sie nur zur Bedienung Eines Feuers gebraucht werden, vor dem sie unmittelbar angebracht sind, wie dies gewöhnlich der Fall ist. Will man sie gleichzeitig für mehrere Feuer dienstbar machen, so wird anstatt der Düsen ein gemeinschaftlicher Windsammlungskasten angebracht, von welchem die Windleitungen zu den verschiedenen Feuern geführt werden. Bei dieser Anordnung muß aber jede Oeffnung vom Balgkopf in den Windsammlungskasten mit einem Ventile versehen sein.

Die Wasserräder zum Betriebe der hölzernen Bälge sind am besten unterschlächtig, und unmittelbar an der Blaswelle angebracht. Gewiß ist es, daß ein unterschlächtiges Balgrad gleichförmiger wirkt, als ein oberschlächtiges; wenn es darauf ankommt mit der Wasserkraft besonders zu wirthschaften, verdienen die oberschlächtigen unbedingt den Vorzug, und dabei kann man nöthigenfalls mit einem Fürsatze, einem Vorgelege, die Geschwindigkeit der Blaswelle passend modificiren. Mag man übrigens ein ober- oder unterschlächtiges Balgrad, mit oder ohne Vorgelege, anwenden, stets soll das Rad nur so stark gebaut sein, als es für dessen Haltbarkeit erforderlich ist, weil eine vermehrte Schwere desselben hierbei bloß eine todte Last sein würde, die bei dem stäten Widerstande des Gebläses nicht als Schwungmasse, wie bei einem Hammerrade, wirken kann.

Man hat die hölzernen Balgengebläse auf mannichfaltige Weise zu verbessern gesucht. Das vollkommenste Gebläse der Art ist unstreitig das Widholmgebläse, welches in Schweden sehr gebräuchlich,

jetzt in Deutschland aber nirgends getroffen wird, nachdem man es an einigen Orten wieder abgeworfen hat. Wir wollen deßhalb auf dieses Gebläse hier um so weniger eingehen, da es in den Kosten der Herstellung nicht billiger als ein Kastengebläse ist, dem es aber in Beziehung seines Wirkungsgrades bei gleich vollkommener Ausführung jedenfalls nachgesetzt werden muß.

Die Wassertrommeln sind unter manchen Verhältnissen das einfachste, mindest kostspielige, und deßhalb oft ein sehr brauchbares Gebläse; nur geben sie in Rücksicht der verwendeten Wasserkraft von allen Gebläsen den kleinsten Nutzeffect, und ohne beträchtliche Gefallshöhe des Wassers, die mindestens 12 Fuß betragen soll, ist keine bedeutende Pressung des Windes zu erzielen. Häufig macht man gegen die Anwendung der Wassertrommeln außerdem noch die Einwendung, daß der von selben erhaltene Wind zu feucht sei, was indessen nicht von Belang ist; denn einerseits kann die Luft um so weniger Wasserdampf aufnehmen, je dichter sie ist, folglich soll die verdichtete Gebläseluft weniger davon enthalten, als die atmosphärische Luft, anderseits kann die geringe Menge der mechanisch mit fortgerissenen Wassertheilchen durch Erweiterung, Länge und Richtung der Windleitung größtentheils abgelagert werden, und der allfällige Rest davon kann bei dem Frisch- und Heizproceß nicht wohl einen nachtheiligen Einfluß haben*). Einen

---

*) Als Gegensatz kann angeführt werden, daß man auf mehreren Hütten und bei verschiedenen Processen versucht hat, absichtlich Wasserdämpfe mit der Gebläseluft einzuführen. Bei Eisenfrischfeuern wurden diese Versuche unter andern auf der Silbern-Taler Hütte bei Klausthal am Harz abgeführt, welche Versuche zu den Resultaten geführt hatten, daß eine geringe Dampfmenge keinen merkbaren Einfluß hatte, eine große Dampfmenge aber entschieden nachtheilig wirkte.

besonderen Nachtheil der Wassertrommelgebläse in unserem Klima bildet die Kälte im Winter. In wärmern Ländern, z. B. in der Lombardei, wo die Eisbildung weniger stattfindet, wird auf den Eisenhütten selten ein anderes Gebläse als Wassertrommeln getroffen. Fig. 11, Taf. **II** zeigt ein solches Wassertrommelgebläse von guter Construction.

Jedes Wassertrommelgebläse hat folgende Hauptbestandtheile: **A** ein luftdichter Bottich oder Kasten von Holz, der entweder in umgestürzter Lage, mit seinem Boden **a** nach oben gekehrt, in einen zweiten weitern, aber meist niederen Bottich (oder andern Wasserbehälter) hineingestellt wird, oder der selbst einen zweiten Boden **b** Fig. **11** erhält und mit einer Seitenlutte **B** versehen ist. Im ersten Falle muß das Wasser, welches mit der gepreßten Luft in den Bottich **A** geleitet wird, sich in dem äußern aufrecht stehenden Behälter ansammeln, bis es an den Rand oder in einen angebrachten Einschnitt desselben gelangt; im letztern Falle aber sammelt sich das Wasser im Bottich **A** selbst so lange an, bis es über den Rand der Lutte **B** abläuft. Das Einfallen von Wasser mit Luft geschieht durch die Einfallröhre **C**, deren meist zwei **c**,**c'**, bisweilen auch mehrere angebracht sind, und die von außen luftdicht an den Boden **a** schließen. Sowie das angesammelte Wasser den untern Theil des Bottiches **A** einnimmt, muß die mit eingeströmte specifisch leichtere Luft den obern Theil desselben erfüllen, und wenn ihr keine Ausströmungsöffnung geboten ist, wird ihre Pressung bei fortwährender Nachströmung so lange wachsen, bis sie entweder den Wasserspiegel im Bottich **A** so tief niedergedrückt hat, daß sie mit dem Wasser durch die Lutte **B** entweichen kann, oder sie wird endlich ungeachtet des nachströmenden Wassers durch die Einfallröhre **C** selbst wieder zurückzutreten beginnen.

Bringt man aber im obern Raume des Bottiches A, gewöhnlich im Boden a desselben, eine Windabführungsröhre D an, so wird die angesammelte Luft durch diese entweichen und kann sofort an beliebige Stellen geführt werden. Jemehr Widerstand die Luft in der Leitungsröhre D findet, je kleiner die endliche Ausströmungsöffnung derselben ist, desto größer wird die Pressung der in A angesammelten Luft unter übrigens gleichen Umständen sein müssen. Um das nöthige Wasser zu dem obern Ende der Einfallröhren zu bringen, sind Wasserleitungen E erforderlich, die mit einfachen Schützen versehen werden, um nach Bedarf mehr oder weniger Wasser zufließen zu lassen, wobei man sehr verschiedene Einrichtungen findet, damit das niederströmende Wasser die größte Menge Luft mit sich fortreißen und in die Einfallröhren niedertreiben soll; die in Fig. 11 dargestellten dürften indeß zu den entsprechendsten Methoden gehören.

So einfach das Wassertrommelgebläse ist, so schwierig ist es, sich von dem Vorgange dabei strenge Rechenschaft zu geben; daher es nicht angehet, die Wirkung dieses Gebläses, wie bei den andern, im Voraus genau zu berechnen, oder nach sichern theoretischen Gründen die vortheilhafteste Construction zu bestimmen, sondern man muß sich hierbei vorzugsweise an die Erfahrung halten. Versucht man den Vorgang in der Einfallröhre durch kleine, in selber ausgebohrte Oeffnungen zu erfahren, so findet man, daß in den obern Theilen der Röhre die äußere Luft hineingezogen wird, wogegen in den untern Theilen die innere Luft, oder vielmehr Luft und Wasser herausdringt. Schon daraus folgen die zwei Hauptregeln für die Construction der Einfallröhren, nämlich: erstens, daß man sie nach unten verengen soll, damit in dem Maße, als die Luft strebt nach außen, oder da

dieses nicht angehet, nach oben zu entweichen, dieses durch die vollkommene Erfüllung der Röhre mit Wasser verhindert werde, und zweitens soll die oben erweiterte Röhre mit entsprechenden Oeffnungen nach außen versehen sein, damit ihrem Vermögen, die äußere Luft einzusaugen, bestens willfahren werde. Allein wie viel die Verengung nach unten betragen soll und wie viele oder wie große Oeffnungen oben anzubringen sind, muß noch als Sache der Erfahrung betrachtet werden. In ersterer Beziehung kann angeführt werden, daß in der Lombardei, wo die meisten Wassertrommeln getroffen werden, bei einer Höhe von 3 bis 4 Klaftern, der obere Durchmesser der Einfallröhren meist 10 Zoll und der untere dann 8 Zoll beträgt. In Rücksicht der zweiten Regel ist zu bemerken, daß zur leichtern Einströmung der äußern Luft die Luftlöcher d schief nach abwärts, und allenfalls trichterförmig hergestellt werden sollen; sind davon vier vorhanden, jedes bei 3 Zoll breit und 6 Zoll hoch, so scheint dies bei der angegebenen Größe der Einfallröhren hinreichend zu sein. Zweckmäßiger als die einzelnen Oeffnungen erscheint übrigens die Einrichtung, wo eine ringförmige Oeffnung von ungefähr $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll Breite vorhanden ist. Unmittelbar über den Luftlöchern, oder der ringförmigen Einmündung giebt man der Einfallröhre eine Verengung von ein paar Zoll, **c** Fig. 11, wodurch rund um den Wasserstrahl sich ein Raum, der Luftsack, mit verdünnter Luft bildet und das Einströmen der äußern Luft durch die Luftlöcher sofort begünstigt wird. Weiter aufwärts zum obern Rande erweitert sich die Einfallröhre wieder trichterförmig, wodurch ebenfalls das Luftfangen oberhalb begünstigt und besonders der Abschluß bei **c** vollkommen wird. Das Verhältniß der verengten Oeffnung bei **c**, durch welche das Wasser einfließt, zur Größe der Mündung **m**, durch welche das

Wasser abfließt, ist von großer Wichtigkeit für den Effect dieses Gebläses; aber es muß sich dieses Verhältniß mit dem Wasserstande c, mit der benöthigten Windpressung und natürlich auch mit der Höhe der Einfallröhren selbst ändern. Um dieses richtige Verhältniß für jeden einzelnen Fall mit Leichtigkeit zu ermitteln, mache man die Oeffnung c wenigstens eben so groß, wie jene bei m, womit man jedenfalls ausreicht; zur nöthigen Verkleinerung der Oeffnung bei c bringe man dann einen conischen Zapfen an, der beliebig tief gestellt und dadurch die Oeffnung c beliebig verkleinert werden kann. Ist man veranlaßt, die Einfallröhren unter einem vorhandenen Fluderwerke anzubringen, wo ohnedies eine Zapfenschütze zum Absperren des Wassers vorhanden sein muß, so kann der erwähnte conische Zapfen unmittelbar an der Zapfenschütze befestiget sein.

Bezüglich der Höhe, in welcher das Wasser über der Mündung c, Fig. 11, stehet, scheint nur erforderlich, daß die Mündung selbst vom Wasser geschlossen sei, übrigens aber je niederer der Wasserstand darüber, mit einer je kleinern Geschwindigkeit das Wasser in das Einfallrohr strömt, desto besser wird es sein; denn das Einsaugen der Luft im Luftsacke wird veranlaßt durch die Differenz der Geschwindigkeit des Wassers in dem bestimmten Punkte c und einem gewissen Punkte x (welcher von der untern Mündung m wenigstens eben so weit entfernt sein muß, als der Pressung des Windes, in Wassersäulenhöhe ausgedrückt, entspricht), welche Differenz offenbar um so größer sein muß, mit einer je kleinern Geschwindigkeit das Wasser bei c ankömmt, oder je höher der Punkt c gelegen ist. Es ist daher bezüglich des Nutzeffectes nicht gut, wenn man das Einfallrohr unter einem Fluderwerke anbringt; sondern

man soll das Wasser flach auf die oberste Mündung hinleiten.

Außer derjenigen Luft, welche das Wasser durch die bewirkte Luftverdünnung in der Einfallröhre zum Einströmen in den Luftsack bringt und vor sich hertreibt, enthält es noch viel absorbirte Luft, und zwar um so mehr, je niedriger die Temperatur desselben ist. In gewöhnlicher Temperatur enthält das Wasser ungefähr den vierten Theil seines Volumens absorbirte Luft*), welche zwar nur in der Siedhitze vollständig, aber zum Theil schon durch starkes Schlagen oder Schütteln in gewöhnlicher Temperatur entbunden werden kann. Aus diesem Grunde läßt man das Wasser von der untern Mündung der Einfallröhren nicht unmittelbar in den Wasserspiegel des Bottiches **A** niederstürzen, sondern vorerst auf hölzerne oder steinerne Bänke **k**, Brechbänke genannt, aufschlagen, wodurch dasselbe zu möglichst feinen Strahlen zerstäuben, folglich einen großen Theil seiner absorbirten Luft fahren lassen muß. Zugleich bezwecken die Brechbänke noch, daß der Wasserspiegel im Bottich **A** in weniger heftige Bewegung versetzt wird, mithin weniger Gefahr vorhanden ist, daß ein Theil der angesammelten Luft durch die Abflußöffnung des Wassers entweichen kann. Um gegen diesen Verlust gesichert zu sein, muß man bei etwas kleinerem Wasserspiegel der lothrechten Höhe des Abflußwassers **h** nahe die doppelte Höhe der beabsichtigten Windpressung ertheilen.

Die Ansicht, daß man bei den Wassertrommel-

*) Diese absorbirte Luft soll jedoch nicht von gleicher Beschaffenheit mit der atmosphärischen Luft sein, sondern mehr Sauerstoff, weniger Stickstoff enthalten, als letztere. Hieraus folgt, daß diese vom Wasser aus der Atmosphäre absorbirte und verdichtete Luft ganz besonders geeignet sein muß, den Verbrennungsproceß lebhaft zu machen.

gebläsen nothwendig eine bedeutende Gefällshöhe haben müsse, um eine für alle Zwecke der verschiedenen Eisenprocesse genügende Windpressung zu erlangen, wird sehr oft in übertriebenem Maße verstanden.

Es ist Thatsache, daß man bei einem Gefälle von 12 Fuß mit noch recht gutem Erfolge eine Windpressung von 2 Fuß Wassersäule hervorzubringen im Stande ist. Aber freilich, je geringer die Gesammthöhe, desto weniger bleibt verhältnißmäßig wirksame Höhe übrig, und deßhalb taugt ein kleines Gefälle schlecht, eine hohe Pressung herauszubringen, obgleich die Möglichkeit dazu ziemlich weit herunter reicht.

Sechs Wassertrommeln, mit einem Totalgefälle von 15 Fuß, brauchen per Secunde 15 bis 18 Kubikfuß Aufschlagwasser, und liefern in derselben Zeit durch 4 Düsen 8 bis 9 Kubikfuß Wind mit 2 Fuß Wassersäulen-Pressung; dabei kömmt jedoch zu bemerken, daß die Wirkung besser erfolgt, wenn die Mündung um 2½ Fuß höher gelegen ist. Ein Wassertrommelgebläse, wie das in Fig. 11 gezeichnete, welches per Secunde ungefähr 4 Kubikfuß Aufschlagwasser bedarf, ein Totalgefälle von 28 Fuß hat, liefert in der gleichen Zeit bei Einer Düse 3½ bis 4 Kubikfuß Wind von 2 Fuß Wassersäulen-Pressung, eine Leistung, die mit der vorigen völlig übereinstimmt.

Wassertrommelgebläse von der obigen Einrichtung, obschon nicht ganz fehlerfrei, gehören jedenfalls zu den besten construirten, wie sie in Wirklichkeit getroffen werden; denn in der Regel sind diese von unkundigen Zimmerleuten sehr fehlerhaft gebaut und leisten dann ungleich weniger, als die hier angeführten Beispiele.

Bei ihrer großen Einfachheit gewähren die Wassertrommeln noch den wesentlichen Vortheil, daß sie alle Windregulatoren überflüssig machen, indem der

Wind schon aus der Trommel ununterbrochen mit großer Gleichförmigkeit strömt.

Das Windrad-, Ventilator- oder Centrifugal-Gebläse ist erst in neuester Zeit zur Anwendung gekommen, obgleich dasselbe im Bergwesen als Wetterrad oder Wettersacher, und selbst in der Landwirthschaft als Getreidewinde, schon lang im Gebrauche war. Die Ursache der so lang verzögerten Benutzung dieser Vorrichtung als Gebläse lag in dem Umstande, daß sowohl beim Wetterrade, als bei der Getreidewinde, die bloß durch einfache Handkurbeln in Bewegung gesetzt werden, nur ein schwacher Windstrom erzeugt werden konnte. Später hat man in England kleinere Windräder, und zwar von Eisen, gebaut, die Bewegung durch Dampfkraft bewerkstelligt, und dem Rade eine große Geschwindigkeit ertheilt, wodurch es möglich wurde, einen mehr gepreßten, stärkern Wind zu erzeugen, der für verschiedene Zwecke des Eisenwesens zureichend ist; aber noch jetzt tritt der Umstand, daß man durch dieses Gebläse eine hohe Pressung füglich gar nicht zu Stande bringen kann, gegen die allgemeinere Anwendung hinderlich auf. Ueberdies erleidet die Brauchbarkeit des Centrifugalgebläses eine große Einschränkung dadurch, daß die Betriebskräfte bei ein und demselben Gebläse der Art nahe dieselben sein müssen, ob man bis zu einer gewissen Gränze viel oder wenig Wind braucht, folglich bei einem kleinen Windbedarf die Betriebskraft verhältnißmäßig sehr groß sein muß. Die Betriebskraft wird zwar bei einem kleinern Windrade, besonders bei einem Rade mit schmälern und niedern Windflügeln, im Verhältnisse kleiner sein, als bei einem mit größern Windflügeln, um dieselbe Windpressung herauszubringen; allein man ist nicht im Stande, eine halbwegs genügende Windpressung hervorzubringen bei einem Ventilator von so kleiner Dimension, daß er

bei einem Windbedarf von nur etlichen hundert Kubikfußen in der Minute schon eine vortheilhafte Benützung der Betriebskraft gestatten würde. Das einfache, wenig kostspielige, wenig Raum fordernde, leicht zu übertragende und in dieser Beziehung sehr zu empfehlende Centrifugal-Gebläse wird folglich nur dann auf seinem Platze sein, wenn für's Erste keine hohe Windpressung (nicht über 8 bis 12 Zoll Wassersäule), und für's Zweite eine große Windmenge (nicht viel unter tausend Kubikfußen per Minute) erforderlich sind. Es hat in der neuesten Zeit nicht an Fragen und sogar an Empfehlungen nicht gefehlt hinsichtlich der Anwendung des Ventilators als Gebläse für Eisenfrischfeuer, worüber man sich die Belehrung aber in jedem Hammerwerke verschaffen kann; denn man hat bloß nöthig, die Erfolge zu betrachten, wenn bei irgend einem Gebläse mit durchschnittlich 8 bis 10 Zoll Wassersäule Windpressung gearbeitet wird. Man wird bei einer so kleinen Windpressung oft ohne erheblichen Anstand frischen und schweißen können, allein jeder practische Frischer würde nach allen bisherigen Erfahrungen, wie auch wir bei den Frischprocessen kennen lernen werden, schlecht zufrieden sein, wenn er nicht für gewöhnlich schon mit einer höhern und in einzelnen Fällen selbst mit einer dreifachen Windpressung arbeiten könnte, wie jene eines gewöhnlichen Ventilators ist.

In der Hauptsache besteht jeder Ventilator aus einem Flügelrade **A**, Fig. 12, Taf. **II.**, das sich sehr schnell in einem nahe concentrischen Gehäuse **B** herumdreht, welches Gehäuse an seinem Umfange mit einer Oeffnung **a** zum Ausströmen des Windes und mit zwei concentrischen Oeffnungen **b**, beiderseits der Achse des Rades, zum Nachströmen der atmosphärischen Luft versehen ist. An die Ausströmungsöffnung **a** muß demnach die luftdichte Windleitung angeschlos-

sen werden, um den Wind nach seinen verschiedenen Verbrauchsstellen zu leiten. Durch eine sehr schnelle Bewegung des Flügelrades wird die im feststehenden Gehäuse befindliche Luft nach der tangentiellen Richtung des Gehäuses geschleudert, und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche ungefähr der mittlern Geschwindigkeit der wirksamen Flügelfläche entspricht*); mit dieser Geschwindigkeit muß auch die Luft bei der in tangentieller Richtung angebrachten Oeffnung **a** entweichen. In dem Maße, als die Luft durch die Radflügel aus dem Gehäuse geschleudert wird, wird die atmosphärische Luft durch die beiderseitigen Oeffnungen **b** sich bestreben nachzuströmen, und auf diese Art ein beständiger Luftstrom erzeugt werden müssen, dessen Geschwindigkeit (oder was hier auf das Gleiche hinauskommt, dessen Pressung) sich zunächst nach der Geschwindigkeit der Windflügel des Rades **A** richten muß.

So einfach dieses Gebläse ist, so wissen wir aus Mangel der nöthigen Beobachtungen und Versuche über die vortheilhafteste Construction und die nöthige Betriebskraft desselben kaum mehr als bei den Wassertrommeln zu sagen. Fast bei allen Ventilatoren, wie sie im Gebrauche sind, läßt sich gar keine richtige Beobachtung machen, weil sie niemals gehörig benutzt sind, sondern zu ihrer vortheilhaftesten Wirkung gewöhnlich 5 bis 20 mal mehr Wind verbraucht werden soll, als wirklich benützt wird*).

---

*) Streng genommen, soll sich diese Geschwindigkeit nach der Geschwindigkeit des Schwingungspunktes der Windflügel richten, vorausgesetzt, daß die Ausströmungsöffnung des Windes sehr nahe der Flügelfläche gleichkömmt; allein wegen der Reibung des Windes nähert sich dieselbe mehr der mittlern Geschwindigkeit.

**) Die belehrendsten Versuche, welche mit Ventilatoren angestellt wurden, sind jene vom Herrn Regierungsrath und

Die vortheilhafteste Benützung der Betriebskraft findet bei einem Ventilator sehr wahrscheinlich dann statt, wenn die Windflügel nahe eine quadratische Gestalt haben, an den Seitenwänden möglichst nahe spielen, ohne anzustreifen, und wenn die Ausströmungs-

---

Professor A. Burg in Wien. Der dazu verwendete Ventilator, vom Herrn Bollinger, Mechaniker in Wien, gefertiget, ist mit einfachen Linien in Fig. 13, Taf. II. dargestellt. Er hat sechs etwas gekrümmte Blechflügel a von 11½ Zoll Breite, und nach der Sehne gemessen 9½ Zoll Länge, welche Flügel außerdem nicht radial, sondern um 30 Grad gegen den Radius geneigt stehen; sie laufen in dem cylindrischen Gehäuse von 33 Zoll Durchmesser und 11½ Zoll Breite excentrisch um, indem sich der Flügelkreis dem Gehäuse in der Nähe der Ausmündung b bis fast auf einen halben Zoll nähert, während er auf der entgegengesetzten Seite bei c davon um 3½ Zoll entfernt bleibt. Der Ausströmungscanal hatte durchaus 11½ Zoll in der Breite und unmittelbar am Gehäuse 9½ Zoll in der Höhe, welche sich auf die Länge des Canals von 5 Fuß 10 Zoll allmälig bis auf 5 Zoll verminderte. Die beiden Einströmungsöffnungen hatten Anfangs 6 Zoll im Durchmesser, murden aber im Verlaufe der Versuche nach und nach bis auf 10 Zoll Durchmesser vergrößert. Die Bewegung des Flügelrades wurde bei diesen Versuchen durch vier Menschen bewerkstelliget, welche bei der größten versuchten Geschwindigkeit sonder Zweifel ihr Möglichstes thaten.

Die Versuche beweisen gleichwohl das für die Praxis wichtige Ergebniß, daß man bei der Ausführung hinsichtlich der Verhältnisse der einzelnen Theile des Ventilators nichts weniger als sehr ängstlich zu sein brauche, indem selbst bedeutende Abweichungen hierin nach diesen Versuchen beinahe noch ganz dieselben Resultate liefern. Außerdem zeigen diese Versuche auch die wichtige Thatsache, daß bis zu einer gewissen Gränze es völlig gleichgültig ist, ein oder mehrere Feuer (Schmiedeessen, Cupolöfen u. dgl.) zu bedienen; immer ist die Windmenge und Pressung sehr nahe die nämliche, so daß also immer genau nach dem Bedarfe wenig oder viel atmosphärische Luft nachströmt, und diese durch die Ausströmungsöffnung mit einer bestimmten, mehr von der Geschwindigkeit der Flügel, als der nachgeströmten Luftmenge abhängigen Pressung hinausgetrieben wird.

öffnung gleich breit mit dem Gehäuse und nicht viel niederer als die Höhe der Windflügel ist. Nur dann, wenn man mehr eine größere Pressung als den größten Nutzeffect zum Ziele hat, allerdings ein sehr gewöhnlicher Fall, kann man den Flügeln mehr Höhe, weniger Breite geben, weil der Widerstand mit der Breite zunimmt, wodurch zwar eine größere Menge, aber keine höhere Pressung des Windes erreicht wird; zugleich pflegt man die Höhe der Ausströmungsöffnung im Gehäuse für diesen Fall niederer zu machen. Wenn aber der Windflügel bedeutend höher als die genannte Ausströmungsöffnung ist, wird der Betriebswiderstand unnöthig vergrößert, sowie es ein unnöthiger Effectverlust ist, wenn die Fläche der Ausströmungsöffnung viel größer gemacht wird, als der Querschnitt sämmtlicher Düsenöffnungen. Man soll demnach bei der Anlage eines Ventilators, bezüglich dieser Verhältnisse, auf folgende Art zu Werke gehen. Vorerst bestimme man die Summe der Querschnittsflächen aller Düsenmündungen, die im äußersten Falle mit Wind zu versorgen sein können; gleich dieser Summe, oder doch nur wenig größer, ist die Fläche der Ausströmungsöffnung im Gehäuse des Ventilators und jene des Windflügels zu machen, wobei man sich von der quadratischen Gestalt der Fläche nicht zu sehr entfernen soll; wäre aber die Breite des Ventilatorgehäuses von schon gegebener Größe, so müßte darnach die Höhe der Ausströmungsöffnung zur Erlangung der bestimmten Querschnittsfläche berechnet werden. Daß man die mehrgedachte Ausströmungsöffnung nicht kleiner als sämmtliche Düsenmündungen, oder die Fläche eines Windflügels nicht kleiner als die Ausströmungsöffnung machen darf, braucht kaum bemerkt zu werden. Hieraus wird es einleuchtend, daß man zur Erzeugung einer geringen Windmenge, wie zur Hervorbringung eines sehr gepreßten Windes, sich

nicht mit Vortheil des Centrifugalgebläses bedienen kann; denn wollte man die Fläche des Windflügels nur in der Größe herstellen, wie es den Düsenmündungen für die kleine Windmenge entspricht, so würde der Verlust des Windes durch das Ausweichen desselben gegen den nöthigen Spielraum bei den Seitenwänden des Gehäuses unverhältnißmäßig groß ausfallen, und zwar um so mehr, je höher die Windpressung getrieben werden soll. Es wäre sehr zu wünschen, daß man über die nöthige Betriebskraft eines Ventilators, bei verschiedener Gestalt und Größe des Windflügels, wie bei verschiedener Menge und Pressung des gelieferten Windes, genaue Versuche vornehmen möchte. Berechnet man die nöthige Betriebskraft nach der Fläche des Windflügels und demjenigen Luftwiderstande, welcher der mittleren, oder vielmehr der Geschwindigkeit des Schwingungspunktes der Flügelfläche entspricht, so ist dieselbe nothwendig um jenen Antheil zu groß, der dem Ausweichen der Luft nach den Seiten entspricht.

Jede Verengung der ungetheilten Windleitung bis vor den Düsen muß sorgfältig vermieden werden; dagegen sind Erweiterungen derselben, sowie ein größerer Durchmesser des Ventilatorgehäuses nicht nachtheilig, im Gegentheile durch die verminderte Reibung an den Wänden nur vortheilhaft. Um die große Leistungsfähigkeit bezüglich der Windmenge eines Ventilators, wie dieselbe nach dem Vorausgegangenen zu entnehmen ist, aus der Praxis zu bestätigen, kann angeführt werden, daß der Verfasser in der Dampfmaschinenfabrik des Herrn Penn zu Greenwich bei London ein vierflügliges Windrad beobachtete, dessen mit der Radachse concentrisches Gehäuse im Lichten 29 Zoll Durchmesser und 10 Zoll Breite hatte, in der Minute gegen 1600 Umdrehungen machte, zwei dreiförmige Cupolöfen mit Wind versorgte, wovon

jede der sechs Düsenöffnungen 4½ Zoll Durchmesser, folglich die sämmtlichen Ausflußöffnungen bei 95 Quadratzoll hatten. Der Windcanal war beim Anschluß des Gehäuses 10 Zoll breit nnd 9 Zoll hoch, erweiterte sich aber gleich davon zu zwei Quadratfuß Querschnitt. Die Windpressung bei den Düsen war etwas über 5 Zoll Wassersäulenhöhe.

Für den Widerstand bei der Umdrehung des Ventilators soll es anscheinend wenigstens nahe gleich sein, ob das Windrad einen oder mehrere Flügel hat; aber die Wirkung wird jedenfalls etwas besser und der Windstrom gleichförmiger werden, wenn eine der Größe des Rades entsprechende Anzahl Windflügel vorhanden ist. Ein Windregulator ist hierbei ganz überflüssig. Viele Mechaniker wollen bei der Construction eines Ventilators großes Gewicht darauf legen, daß die Achse des Flügelrades excentrisch mit der Achse des cylindrischen Gehäuses sei*), und meinen, daß bei concentrischer Lage nur ein äußerst schwaches Ausströmen der Luft stattfinden könne; allein die Erfahrung bestätiget keineswegs ein solches Resultat, und der schlagendste Beweis für die geringe Wichtigkeit dieser Excentricität liegt in dem Umstande, daß mancher Ventilator die Excentricität gerade auf der entgegengesetzten Seite von andern hat. Ebenso dürfte auch die complicirte Herstellung des Gehäuses keinen großen Nutzen gewähren, und selbst der gerühmte Vortheil der gebogenen Flügelflächen dürfte in Zweifel gezogen werden; eher könnte die schiefe Stellung der Flügel, wie Fig. 12 weis't, zweckmäßig sein, so wie überhaupt dieses Windradgebläse von einfacher, entsprechender Construction zu sein scheint, auf die wir deßhalb etwas näher eingehen wollen.

---

*) Siehe Karsten's Eisenhüttenkunde, zweiter Theil, Berlin 1841. Seite 484.

Das cylindrische Gehäuse bestehet aus zwei Seitentheilen e, die zweckmäßig von Gußeisen angefertigt und in diesem Falle sogleich mit den Fußplatten d, die zur Befestigung des Ganzen dienen, in Eins gegossen werden. Beide Seitentheile sind durch einen Streifen stärkern Eisenblechs e, nach der äußern Breite des Gehäuses beschnitten, mittelst Schrauben f verbunden, welche von außen angezogen, im benöthigten Falle wieder gelöst werden können, wenn z. B. am Flügelrade eine Reparatur vorzunehmen ist; damit der Schluß luftdicht ausfalle, kann man einen Kitt, oder ein in Fett getränktes Band von Wollenzeug dazwischen geben. In der röhrenartigen Verlängerung der beiden Einströmungsöffnungen b ruhen die mit Schrauben befestigten Lager g der Achse des Flügelrades, welche ein metallenes Futter erhalten und mit niedergeschraubten Deckeln versehen sind. Natürlich müssen die Lager thunlichst genau concentrirt, oder, wenn so gewünscht, beide gleich excentrisch gestellt werden. Die Achse des Flügelrades, von Schmiedeeisen gefertigt, muß genau abgedreht, und die Riemenscheibe h kann füglich aus einem Stücke mit der Achse hergestellt und abgedreht werden. Auf der Achse sitzt der mit einem Splinte festgehaltene, aus Gußeisen gefertigte Armstock, an dessen Armen die harthölzernen Bretchen der Windflügel mit 4 Schrauben befestigt sind und die ebenso gut aus Eisenblech bestehen könnten. Damit sich die Achse sicher in ihren Lagern bewege, die Flügel an den Seiten nicht anstreifen, ist an dem einen Ende derselben eine Stellschraube k angebracht. Bei etwas accurater Arbeit können die Flügel auf $\frac{1}{4}$ Zoll Spielraum bei jeder Seitenwand eingerichtet werden.

Soll die Bewegung eines Ventilators durch ein Wasserrad vermittelt werden, wie bei uns meist der Fall, so muß die nöthige Geschwindigkeit des erstern

mit Hülfe eines mehrfachen Vorgeleges zu Stande gebracht werden. Dabei wird man in den ersten Versetzungen, von der Welle des Wasserrades aus, Zahnräder anwenden, weil dort noch keine große Geschwindigkeit, dafür aber mehr Kraft zu übertragen ist, wogegen zu den letzten Versetzungen, wo große Geschwindigkeit, aber wenig Widerstand Statt hat, die Riemenscheiben angewandt werden. Im einfachsten Falle kann man mit zwei Versetzungen auskommen. Soll z. B. die Geschwindigkeit des Ventilators als Maximum in 1200 Umdrehungen bestehen, während das zu wählende Wasserrad nur höchstens auf 20 Umdrehungen per Minute gebracht werden kann, so müssen die gesammten Versetzungen in dem Verhältnisse wie 1 zu 60 stehen. Man kann demnach z. B. auf der Wasserradwelle ein Zahnrad mit 8 Fuß, und auf die Vorgelegswelle eines mit 1 Fuß Durchmesser anbringen, ferner auf die Vorgelegswelle eine Seilscheibe mit 5 Fuß, und auf der Achse des Windrades eine mit $\frac{2}{3}$ Fuß befestigen, wodurch das verlangte Geschwindigkeits-Verhältniß erlangt ist.

Unter Kolbengebläsen versteht man jene Gebläse, wo der hohle, nach einer Seite offene Raum und die luftdicht daran schließende Ebene, hierbei der Kolben genannt, in ihrer Befestigung nicht wie bei den hölzernen Bälgen aneinander gebunden sind. Dadurch wird es möglich, dem Kolben oder hohlen Raum (gewöhnlich ist jedoch der Kolben der bewegte Theil) von allen Seiten eine gleich große Bewegung zu ertheilen, was den wesentlichen Vortheil zur Folge hat, daß man zum Auspressen einer gewissen Raumesgröße, im Vergleich zu den hölzernen Bälgen, viel weniger Querschnittfläche des Kolbens und hohlen Raumes bedarf, daher weniger Reibung, weniger schädlichen Raum und somit eine bedeutend bessere Wirkung erlangt. Die Einführung der Kolbengebläse war aus dieser Ursache für das Hüttenwesen, besonders das

Eisenhüttenwesen, von großer Wichtigkeit, und von Jahr zu Jahr sehen wir in Deutschland die hölzernen Bälge durch Kolbengebläse verdrängen.

Anfangs wurden die Kolbengebläse nach Beispiel der hölzernen Bälge nur aus Holz gefertigt, später aber, und zwar zuerst in England, hat man angefangen, sie von Metall, namentlich von Gußeisen, darzustellen. Im Querschnitte betrachtet, kann die Gestalt des hohlen Raumes, nach der sich natürlich jene des Kolbens stets richten muß, eine eckige oder runde sein; in beiden Fällen wird man sie so wählen, daß bei gleichem Flächeninhalt der Umfang möglichst klein ausfalle, um mit der kleinsten Abnützung und Reibung, wie mit dem geringsten Windverluste durchzukommen. Dieses führt bei der eckigen Gestalt auf das Quadrat und bei der runden auf den Kreis, und wirklich ist die Figur des Querschnittes aller Kolbengebläse eine von diesen beiden. Zwischen Quadrat und Kreis verdient in der genannten Rücksicht noch der letztere den Vorzug; denn die Kreisfläche ist jene, welche von allen möglichen bei gleichem Flächeninhalte den kleinsten Umfang hat. Indessen wenn der hohle Raum aus Holzwandungen gebildet wird, ist es ungleich schwieriger und kostspieliger, ihm eine vollkommen kreisrunde Gestalt zu geben, als ihn mit vier ganz geraden Ebenen herzustellen; umgekehrt aber ist es bei gußeisernen Wänden, die rundum stets aus einem einzigen Stücke bestehen, in welchen die kreisrunde Gestalt durch Ausdrehen viel leichter genau herzustellen ist, als irgend eine andere. Wo man daher der geringeren Kosten wegen ein hölzernes Kolbengebläse macht, erhält dieses mit seltenen Ausnahmen, die gewiß noch seltener zweckmäßig sind, einen quadratischen Querschnitt; wogegen die eisernen Kolbengebläse nur einen kreisförmigen Querschnitt erhalten, obgleich auch dabei, sonderbar genug, die quadratische

Gestalt auf etlichen Werken in Anwendung gebracht worden ist.

Da der Kolben bei seiner Bewegung im hohlen Raume immer luftdicht an den Seitenwänden schliessen muß, so ergiebt sich's von selbst, daß der Querschnitt, wenigstens so weit sich die Kolbenbewegung erstreckt, durchaus gleich sein muß. Dadurch wird die räumliche Gestalt des Gebläses bei kreisförmigem Querschnitte zum Cylinder, und darnach auch Cylindergebläse genannt, welche Benennung als völlig gleichbedeutend mit eisernem Gebläse zu betrachten ist, da die hölzernen Kolbengebläse aus obigen Gründen in der Regel nur einen quadratischen Querschnitt haben, folglich die räumliche Gestalt ein vierseitiges Prisma, oder einen Kasten bildet und darnach auch gewöhnlich Kastengebläse benannt wird. Eine Ausnahme von der durchaus gleichen Querschnittsgestalt des hohlen Raumes kann nur dann stattfinden, wenn der Kolben entweder ganz oder wenigstens dessen luftdichter Anschluß, dessen Liederung, aus Wasser besteht, wie dies der Fall ist bei den sogenannten Baader'schen Tonnengebläsen; hierbei ist dann gewöhnlich nicht der Kolben, sondern der hohle Raum, die Tonne, der bewegte Theil. So wie man bei der Querschnittsgestalt auf die kleinste Kolbenreibung und den kleinsten Windverlust Rücksicht nimmt, muß dieses bei Bestimmung der Länge des Weges, durch den der Kolben bewegt wird, ebenfalls bedacht werden, und demgemäß ergiebt sich die Regel, den Kolbenweg bei einem Cylindergebläse gleich groß mit dem Durchmesser des cylindrischen Raumes, und bei dem Kastengebläse gleich einer Seite des quadratischen Querschnittes zu machen. Bei den Cylindergebläsen wird diese Regel meist befolgt, oder doch nicht viel davon abgewichen; bei den Kastengebläsen hingegen weicht man oft beträchtlich davon ab, macht nämlich den

Hut viel, ein Drittel bis zur Hälfte, kleiner, als die Seitenlänge des Kastens beträgt. Diese Abweichung ist in dem Umstande begründet, daß die geradlinige Bewegung des Kolbens nach der Achse des Kastens (damit kein Seitendruck entstehe) um so schwieriger, ungenauer wird, je länger der Kolbenweg ist; nun ist aber bei den Kastengebläsen die Seitenlänge meist beträchtlicher als der Durchmesser bei den Cylindergebläsen, und zugleich sind die Vorkehrungen zur geradlinigen Bewegung bei den billigen, einfachen Kastengebläsen selten so vollkommen eingerichtet, wie bei dem vollkommenern Bewegungsmechanismus der Cylindergebläse. Damit die Reibung des Kolbens nicht etwa durch seine eigene Schwere auf einer Seite größer als auf der andern werde, ist das einfache Mittel, wenn man den Kolben lothrecht auf- und abbewegen läßt, wie das in neuerer Zeit beinahe ohne alle Ausnahme geschieht; nur in früherer Zeit hat man öfters schief oder horizontal gestellte Kastengebläse gebaut, und die bei uns noch hie und da üblichen Schubbälge oder Schubkästen bestehen aus bogenförmig gekrümmten Kästen in schiefer oder liegender Stellung, die aber ebenfalls nichts taugen.

Eine wichtige Frage für jedes Kolbengebläse ist die: mit welcher Geschwindigkeit soll sich der Kolben bewegen? Ist die Kolbengeschwindigkeit sehr groß, so wird der Reibungswiderstand wie die Abnutzung durch Reibung sehr bedeutend, und endlich kann sogar eine nachtheilige Erhitzung durch Reibung entstehen; bei zu kleiner Kolbengeschwindigkeit hingegen muß man ein unnöthig großes Gebläse bauen, auch wird dabei der unvermeidliche Windverlust in der Liederung um so größer. Bei den Kastengebläsen ist in der Praxis die Geschwindigkeit des Kolbens $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Fuß, bei den Cylindergebläsen hingegen $1\frac{1}{2}$ bis 4 Fuß.

Bei den Kolbengebläsen unterscheidet man ein-

fach wirkende und doppelt wirkende Gebläse, je nachdem der Kolben entweder nur bei seinem Aufgange oder nur bei seinem Niedergange wirklich Luft auspreßt, die rückgängige Bewegung aber ohne Wind zu liefern macht, also einfach wirkend ist, oder aber bei seinem Aufgange und bei seinem Niedergange Gebläseluft auspreßt, mithin im Vergleich zu der vorigen Einrichtung doppelt wirkend ist. Es leuchtet sogleich ein, daß einerseits der Mechanismus eines einfach wirkenden Gebläses ebenfalls einfacher ausfällt, die Befestigung aller einzelnen Theile leichter, und eine Seite des Kolbens wie der größte Theil der Seitenwände des hohlen Gebläseraumes stets zugänglich wird, die Reparaturen seltener ausfallen und leichter vorzunehmen sind, andererseits aber zur Erlangung der gleichen Windmenge die Kästen oder Cylinder des Gebläses entweder die doppelte Größe erhalten oder in doppelter Anzahl vorhanden sein müssen, wodurch der Bewegungsmechanismus schwerfälliger, die Reibung größer werden und sofort von der verwendeten Betriebskraft ein minderer Effect erfolgen muß. Aus diesen Rücksichten macht man die Kastengebläse, bei denen ein Kasten mit seinem Zugehör im Vergleich zu einem Cylinder wenig kostet, die Reparaturen wegen des unvollkommenen Bewegungsmechanismus und des unbeständigen Holzes ohnedies öfter vorfallen und auf die vortheilhafteste Benützung der Betriebskraft von vorne herein verzichtet werden muß, gerne einfach wirkend, wogegen die Cylindergebläse fast ohne Ausnahme doppelt wirkend eingerichtet werden.

Wenn bei einem Hüttenwerke zur Versorgung der verschiedenen Oefen oder Feuer Kolbengebläse aufgestellt werden, erhält nicht jeder Ofen oder jedes Feuer sein eigenes Gebläse, wie dies bei den Balgengebläsen der Fall ist, sondern man bringt gewöhnlich nur ein, höchstens bei größeren Anlagen mehrere

Gebläse an, von denen der Wind mittelst Leitungen zu den einzelnen Oefen oder Feuern geführt wird. Dadurch wird außer den geringern Baukosten noch der wesentliche Vortheil der Raumersparung erreicht; überdies erhält man dadurch Gelegenheit, das Gebläse ganz außerhalb des staubigen Hüttenraumes in einem eigenen Gebäude aufstellen zu können, was zur bessern Erhaltung des Gebläses wesentlich beiträgt und daher nach Thunlichkeit berücksichtigt werden soll. Bei den einfach wirkenden Gebläsen bringt man immer zwei oder mehrere Kästen oder Cylinder an, damit ein gleichförmiger Wind erzielt werde, wodurch man den Regulator ganz erspart; oder wenn ja noch ein solcher angebracht wird, was meistens geschieht, kann dieser viel kleiner sein, um die gewünschte Gleichförmigkeit des Windes zu erreichen. Unter den gemeinen Hüttenarbeitern, wie unter den rein practisch-gebildeten Gewerken und Beamten, die von jeher an ihre Spitzbälge gewohnt waren, und denen alle richtige Theorie fremd ist, stößt man oft auf ganz sonderbare Vorurtheile gegen die Anwendung der Kolbengebläse mit ihren Windleitungen; allein gegenwärtig verschwinden diese Vorurtheile selbst unter der genannten Classe von Leuten immer mehr, da sie die besten Resultate von den mit Kolbengebläsen betriebenen Werken täglich hören und sehen, weshalb uns hier eine Anempfehlung dieser Gebläse unnöthig dünkt. Wir wollen nun zuerst die Kasten- und dann die Cylindergebläse im Detail kennen lernen, dabei uns jedoch auf das Wichtigste beschränken, um nicht weitläufig zu werden in einem Gegenstande, der schon in vielen Büchern umständlich abgehandelt wurde. Die für Gebläseanlagen nöthigen Berechnungen sollen zuletzt folgen.

Bei einem Kastengebläse, und zwar zunächst bei

einem einfach wirkenden, können wir folgende Hauptbestandtheile unterscheiden:

1. Die Kästen mit dem Windsammlungskasten und dem Regulator, 2. die Kolben mit ihrer Liederung, 3. den Bewegungsmechanismus und 4. die Windleitung.

Die Anzahl und Größe der Kästen muß sich zunächst nach der erforderlichen Windmenge richten. Die gewöhnlichste Anzahl der Kästen ist indessen 2 oder 3, und die üblichste Seitenlänge über 3 bis etwas über 6 Fuß. Bei 2 Kästen ist die Eintheilung ihres Zusammenwirkens von der Art, daß jeder für sich bläs't, jedoch müssen sie angemessen der mittlern Windpressung etwas füreinandergreifen, wie schon bei den hölzernen Bälgen erörtert wurde; sind deren 3 vorhanden, so wirken gewöhnlich 2 gleichzeitig, während der Kolben des dritten die rückgängige Bewegung macht. Anders ist die Eintheilung, wenn die Bewegung der Kolben durch Kurbeln geschieht; doch davon später. Die Seitenlänge mit 3 Fuß und darunter zu wählen, wird vermöge der Windmenge selten erforderlich sein, und man vermeidet es gern, weil, je kleiner der Querdurchschnitt, desto größer verhältnißmäßig die Kolbenreibung wird; aber sie viel über 6 gegen 7 Fuß zu machen, ist nicht räthlich, weil bei einer etwas starken Windpressung dann schon ein merkbares Ausbauchen der Seiten eintritt, wenn man nicht sehr starke, $3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ zöllige Bohlen dazu verwendet. Ueberhaupt muß die Stärke der Seitenwände mit der Länge derselben zunehmen. Am öftesten werden die Kästen aus 2 bis 3 zölligen, astfreien, gut ausgetrockneten Bohlen einer leichten Holzart hergestellt, wovon die zu einer Seitenwand erforderlichen Stücke aufeinander geleimt, und diese Seitenblätter dann auf dieselbe Weise, wie die Bohlen der Balgengebläse ineinander gefalzt, verbunden,

und die Ecken außerhalb gewöhnlich mit 3 Zoll breiten Eisenblechstreifen übernagelt werden. Besser als die zinkenartige Verfalzung ist übrigens das Zusammenschrauben derselben, weil man die Schrauben nach Bedarf anziehen, und im Falle einer Hauptreparatur bei den Kästen dieselben wieder lösen, und die Kästen sofort leicht auseinander legen kann; nur müssen bei dieser Verbindung die Bohlen etwas stärker sein, weil die Verbindungsschrauben, wenigstens jene für den Deckel, in die Seitenwandstärke selbst eingelassen werden müssen; jene für die Seitenwände fordern nur horizontale Bohrlöcher, die durch das Bohlenmittel laufen, eben groß genug, die Schraubenbolzen aufzunehmen. Von außen wird an die vorragenden Köpfe der Schraubenbolzen vorerst über jede Reihe eine durchlochte Eisenschiene gelegt, dann die Schraubenmutter darauf gelegt und angezogen. Jede der zwei gegenüberstehenden Seitenwände, welche für alle Kästen in Eine Richtung fallen, läßt man zur bessern Verbindung meist aus einer langen Wand bestehen. In Fig. 15, Taf. **II** ist die Verbindung mit Schrauben angedeutet; die Höhe der Seitenwände ist gewöhnlich deren Länge gleich (obschon die Kolbenbewegung bei etwas größern Kästen selten mehr als $\frac{2}{3}$ der Seitenlänge beträgt), weil der Kolben in seinem höchsten und tiefsten Stande immer noch sich innerhalb des Kastens befinden muß.

In früherer Zeit hatte man bei den Kastengebläsen allgemein die Leistenliederung (welche wir bei den hölzernen Bälgen kennen gelernt haben); zu dem Ende wurden die Seitenwände im Innern der Kästen thunlichst glatt gehobelt, und um hierdurch recht glatte Flächen zu bekommen, hat man oft eine eigene Bekleidung der Innenflächen mit einer andern dichtern Holzart, wie Espen, Linden, Erlen, Apfelbaum und dergleichen, vorgenommen, wobei die Holzfaser der Be-

kleidung in aufrechte Lage kam, während die äußern Bohlen nothwendig der Quere nach gelegt werden müssen, — ja selbst Bekleidungen von Marmorplatten hat man in Anwendung gebracht. Allein in neuerer Zeit hat man ein weit vorzüglicheres, einfacheres und zugleich viel billigeres Mittel, den Kästen sehr glatte Innenflächen zu geben, nämlich die Graphitirung, bei der dann ebenfalls graphitirte Leisten, oder bei einfach wirkenden Kästen gewöhnlicher eine Lederliederung in Anwendung kömmt. Nachdem aber die Leder-Liederung, welche vermöge ihrer Weichheit und Elasticität an den Seitenwänden allerdings vollkommen schließt, in den scharfen Ecken oft schlecht anpaßt, hat man diese mit eigens eingesetzten Winkelstücken abgerundet. Die Graphitirung wird am bequemsten mit den einzelnen Seitenwänden der Kästen vorgenommen, bevor diese zum Kasten zusammengesetzt werden, und in folgender Art ausgeführt:

Zuerst wird die aus ungehobelt belassenen Bohlen zusammengeleimte Seitenwand auf der Innenfläche nur so lange mit einem Hobel bezogen, bis die ärgste Rauhheit der Sägeschnittfläche fortgenommen ist, dabei aber immer noch einige Rauhheit zurückbleibt, weil die Graphitirung darauf leichter hält, als auf einer ganz glatt gehobelten Fläche. Die Masse der Graphitirung besteht aus Graphit und Leim und wird bereitet, indem man 10 bis 15 Pfund fein geschlämmten Graphit nach und nach in beiläufig 2 Maß Wasser unter beständigem Umrühren einträgt, und dazu sodann 3 bis 4 Pfund Tischlerleim, welchen man inzwischen in einer Leimpfanne mit ganz wenig Wasser aufkochen läßt, unter fortgesetztem Umrühren allmälig eingießt. Mit diesem ziemlich dünnen und besonders das erste Mal stark erwärmten Graphitbrei wird die zu graphitirende Fläche überpinselt, welches man 4 bis 5 Mal wiederholt, nachdem die

aufgetragene Masse inzwischen jedesmal gut eingetrocknet war, wozu stets 6 bis 12 Stunden erforderlich sind. Nun wird die vollkommen eingetrocknete Graphitmasse mit Bimsstein überschliffen, wobei man sich zweier Bimssteine bedient, die von Zeit zu Zeit gegenseitig abgerieben, dann wieder die Graphitirung damit überschliffen wird, u. s. f. Bis die Graphitirung allenthalben glatt geschliffen erscheint, wird sie an manchen Stellen wieder ziemlich abgerieben, für keinen Fall schon von genügender Stärke sein. Aus diesem Grunde wird das mehrmalige Ueberpinseln mit dazwischen erfolgtem Eintrocknen und endliche Abschleifen mit Bimsstein in der Regel dreimal wiederholt; mithin kommen im Ganzen 12 bis 15 einzelne Ueberzüge und 3 Abschleifungen, wovon die letzte natürlich mit feinerm Bimsstein, überhaupt mit mehr Genauigkeit ausgeführt wird. Einige Gebläsebauer pflegen zu den ersten 4 bis 5 Ueberzügen etwas mehr Leim, zu den letzten dagegen mehr Graphit, und nur zu den mittlern ungefähr das angegebene Verhältniß zwischen Leim und Graphit beizubehalten, welches Verhältniß überhaupt nicht als genau das beste anzusehen ist; aber soviel ist gewiß, daß eine nach dieser Vorschrift ausgeführte Graphitirung über 10 Jahre ohne alle Reparatur gut gehalten hat. Beim Gebrauche des Gebläses wird die Graphitirung durch die Liederung selbst bald zu einem vollkommenen Spiegel polirt, der bei den vollkommensten Cylindergebläsen kaum schöner sein kann.

Die Stärke der neu hergestellten Graphitkruste beträgt ungefähr $\frac{1}{3}$ Linie und dauert, wie bereits erwähnt, gegen 10 und mehr Jahre, was nebst der Graphitirungsbeschaffenheit auch wesentlich von der Liederung und der gleichförmigen Kolbendrückung abhängt. Erscheint die Graphitirung durch den Gebrauch so weit abgerieben, daß stellenweise wieder

das Holz der Seitenwände sichtlich wird, so schreitet man zur Erneuerung derselben. Zu dem Ende mögen die Kästen ganz unverrückt stehen bleiben, obschon man dann etwas unbequemere Arbeit hat. Vorerst muß die alte ungleich abgenützte Graphitirung abgeschabt werden, so gut es angeht, wornach die frische Graphitirung ganz nach der Art der ersten Herstellung aufgetragen wird. Man hat auch versucht, bei Kästen, die schon mehrere Jahre nach der alten Art mit eingeschmierten Leisten im Gebrauche standen, die Graphitirung in Anwendung zu bringen; allein es ist kaum möglich, bisher wenigstens nicht gelungen, dieselbe auf den vom Fette ganz durchdrungenen Wänden haltbar herzustellen, über kurz oder lang lösen sich ganze Parthien der Graphitkruste ab.

Fast ohne Ausnahme ist die offene Seite der einfach wirkenden Kästen nach unten gekehrt, mithin der Kolben beim Aufgange wirkend. Die Ausströmungsöffnung des Windes befindet sich dabei meist im Deckel des Kastens, über welcher sodann ein Windsammlungskasten angebracht ist. An vielen Orten wird der Windsammlungskasten mit einem Leder-Regulator versehen, der gleichsam den obersten Theil des Sammlungskastens bildet, durch hölzerne Leisten einen geordneten Faltenwurf, durch Tatzen und Gleitstangen eine sichere Bewegung und durch am Boden aufgelegte Gewichte oder andere Eisenstücken die nöthige Beschwerung erhält. Diese Leder-Regulatoren sind einfach und leicht anzubringen, geben auch eine ziemlich gute Windausgleichung, wenn sie im Querschnitte nicht zu klein sind, nur werden sie bald luftlässig und fordern dann öftere Ausbesserung. Empfehlenswerther erscheinen deßhalb die Windregulatoren mit Wasserliederung, welche wir bei den Cylindergebläsen kennen lernen werden, und die an irgend einer Stelle mit der Windleitung in Verbindung

zu bringen sind; daß hierbei der Windsammlungs-kasten obenüber ganz geschlossen wird, versteht sich von selbst. Die Ventile, Klappen-Ventile, werden ganz so hergestellt, wie wir schon bei den Balgen-gebläsen hörten, nur verhältnißmäßig größer und stärker. Gewöhnlich erhalten die Ventilöffnungen eine quadratische Gestalt, von 15 bis 20 Zoll Seiten-länge, mithin groß genug, daß nöthigenfalls ein Mann durch selbe in das Innere gelangen kann, zu welchem Ende jedoch der Spannriemen, mittelst dessen dem Ventile die Größe des Aufgehens bestimmt ist, vorerst gelös't werden muß, damit das Ventil ganz geöffnet werden könne. Den Ventilen bei den Aus-strömungsöffnungen, auf welche immer die verdichtete Gebläseluft drückt, soll man einen thunlichst kleinen Anschlag geben; denn je größer ihr Anschlag ist, desto mehr muß sich im Anfange des Blasens aus jedem Kasten der Kolben schon bewegt haben, bis das Ventil durch den Gegendruck geöffnet wird, desto jäher geschieht aber sodann das Oeffnen derselben, und ein desto heftigerer Windstoß erfolgt dadurch, der vermieden werden soll. Mehr als ½ Zoll Anschlag soll man den Auslaßventilen nicht geben, obschon häufig ¾ Zoll und mehr getroffen wird. Den Saug-ventilen, welche sich bei den einfach wirkenden Kästen im Kolben befinden, kann man zum bessern Abschluß etwas mehr Anschlag ertheilen, weil auf diese bei ihrem Oeffnen keine verdichtete, im Gegentheile ver-dünnte Luft drückt; aber mehr als ¾ Zoll Anschlag sollen auch diese nicht erhalten.

Der Kolben wird aus mehreren kreuzweise ver-bundenen Bohlen so hergestellt, daß er von den Sei-ten des Kastens einige Linien absteht; er wird dann entweder mit zwei breiten oder vier quadratischen Füßen unterfangen, die sich nach abwärts zusammen-ziehen und in einem starken Querstücke q eingelassen

sind. Bisweilen aber giebt man dem Kolben eine starke mittlere Kolbensäule mit vier Eckspreizen. Mit dem untern Ende der Kolbensäule, oder des Querstückes ist die Bewegungsvorrichtung in Verbindung gebracht, was nach Verschiedenheit des Bewegungsmechanismus auf verschiedene Weise bewerkstelliget werden kann, wovon später.

Die Verdichtungsvorrichtung, Liederung, zwischen Kolben und Kastenwänden, welche in früherer Zeit wie bei den hölzernen Bälgen mit Leisten hergestellt war, hat man in neuerer Zeit bei der mit Recht allgemein üblichen Graphitirung mit Leder auf mannichfaltige Art ausgeführt. Eine der gewöhnlichsten und zweckmäßigsten Liederungsarten ist die in Fig. 14 Taf. II versinnlichte. Der Kolben erhält nämlich am Rande der obern Seite zur Aufnahme des Lederstulpes **a**, der mit Pferdehaar ausgefüllten Wurst **b** und der Leiste **c** einen in der Figur ersichtlichen Ausschnitt. Der Lederstulp **a** muß aus einem starken, weich gearbeiteten Rindsleder ausgeschnitten und mit mehreren Heftnägeln an den Kolben **k** befestigt werden. Da man diese Lederstreifen nicht in einer Länge für den ganzen Kolbenumfang erhalten kann, so werden die einzelnen Streifen an ihren Enden zugeschärft geschnitten und mit den dadurch dünner gemachten Enden übereinander gelegt; ähnlich verfährt man auch an den abgerundeten Ecken des Kolbens. Den ein Paar Zoll vorstehenden Lederstulp pflegt man am Rande ebenfalls zugeschärft zu schneiden, damit er sich durch den Druck der gepreßen Luft um so besser an die Kastenwände schmiege. Die Wurst **b** muß mit Pferde- oder anderem Vieh-Haar recht dicht ausgestopft sein und ohne Unterbrechung herumlaufen, zu welchem Ende sie an den benöthigten Stellen einfach angestückt wird. Die Leisten **c** bilden nach jeder Seite des Kastens Ein Stück, die,

an den Enden von außen entsprechend abgerundet, nach der Mitte des Kolbens zu in radialer Richtung aneinanderpassen. Die Schrauben **d**, wodurch die Leisten niedergehalten und durch die Muttern auf der untern freien Seite des Kolbens beliebig angezogen werden können, stehen ungefähr 6 bis 10 Zoll von einander ab. Je stärker die Leisten **c** mittelst der Schrauben angezogen werden, desto mehr drücken selbe auf die Wurst **b**, und diese auf den Stulp **a**, der dadurch an jeder Stelle beliebig an die Kastenwand gedrückt werden kann. Häufig findet man, daß die Wurst **b** so stark angepreßt wird, daß sie den Lederstulp unmittelbar fest an die Kastenwand drückt, wodurch diese Liederung in eine eigentliche Wurstliederung übergeht, und der Stulp **a** dient dann nur dazu, daß sich nicht unmittelbar die Wurst an den Kastenwänden abnutzen kann. Bei der eigentlichen Stulpliederung soll jedoch das Anpressen des Stulpes gegen die Wand nur durch die gepreßte Luft selbst geschehen, was von großem Vortheil ist, weil dabei die Reibung des Kolbens beim Rückgange, wo kein Luftdruck darauf stattfindet, sehr gering wird; zwar muß die rückgängige Bewegung des Kolbens gewöhnlich durch sein eigenes Gewicht erfolgen, welches zu dem Ende mit aufgelegten Beschwerungen zur entsprechenden Größe vermehrt wird, allein desto mehr Widerstand hat sodann die Betriebskraft beim Aufgange des Kolbens zu überwinden. Die reine Stulpliederung, um nicht windlässig zu sein, fordert indessen eine sehr genaue Arbeit, die bei den hölzernen Kolben und Seitenwänden kaum zu erreichen und noch schwerer beständig zu erhalten ist, weil das Holz bei den verschiedenen Feuchtigkeitszuständen der Luft unvermeidlich mehr oder weniger schwinden muß. Bei den Kastengebläsen scheint demnach diese unvollkommene Stulpliederung ein nothwendiges Uebel zu

sein, die gleichwohl noch besser als die eigentliche Wurstliederung ist, wenn man nur von Zeit zu Zeit nachsieht, daß die Liederung einerseits nicht windlässig ist, und andererseits das Anziehen der Leisten nicht unnöthig stark geschieht.

Sehr entsprechend scheint demnach die einem französischen Gebläse entnommene Liederung, wie sie Fig. 18, Taf. **II** darstellt. Dem Kolben **k** sind in seinem Ausschnitte einzelne Rippen **m** gelassen, auf welchen die lose gelegten Leisten **b** ruhen, die aber zu mehrerer Sicherheit einige Stifte **d** eingeschlagen erhalten, welche in länglichen Oeffnungen der am Kolben befestigten Pratzen **a** etwas Spielraum haben, um die Beweglichkeit der Leisten innerhalb dieser Gränzen zu gestatten. An diese Leisten **b** und den Kolben **k** ist das Lederband **c** luftdicht genagelt, und wie nun durch den Aufgang des Kolbens über demselben die Luft verdichtet wird, tritt diese nach der Richtung des Pfeiles hinter das Lederband, welches dadurch mit entsprechender Kraft an die Wand des Kastens gedrückt wird, welcher Druck beim Niedergange des Kolbens aber ganz aufhören muß. Ein Versagen der Liederung ist hierbei ungeachtet der beträchtlichen Höhe des Lederbandes offenbar nicht denkbar, so lange das Leder halbwegs luftdicht zwischen Kolben und Leisten schließt.

Die Saugöffnungen, welche sich bei einfach wirkenden Gebläsen im Kolben befinden, werden meist in der Mitte des Kolbens angebracht, und erhalten wie die Ausströmungsöffnungen eine quadratische Gestalt von 15 bis 20 Zoll Seitenlänge, durch die man folglich leicht in das Innere des Kastens steigen kann. Wenn aber der Kolben eine mittlere Kolbensäule erhalten hat, dann kann die Saugöffnung nicht in der Mitte desselben, sondern muß nothwendig seitwärts angebracht sein. In diesem Falle pflegt man

dann bei jedem Kolben zwei Oeffnungen auf gegenüberliegenden Seiten und von Gestalt eines länglichen Rechteckes anzubringen, und da man durch diese kleineren Oeffnungen nicht mehr in das Innere des Gebläses gelangen kann, wird es nothwendig, zu diesem Zwecke eine eigene, mit einer Platte verschraubte Oeffnung im Deckel des Kastens oder des Windsammlungsraumes anzubringen, welche Oeffnung das Mannloch genannt wird; ist kein Mannloch vorhanden, so muß der Kolben ganz herauskommen, um in das Innere des Kastens und über den Kolben gelangen zu können.

Wenn die rückgängige Bewegung des Kolbens durch sein eigenes Gewicht erfolgen muß, wie dies bei den einfach wirkenden Kastengebläsen meistens der Fall ist, so muß die Geschwindigkeit dabei, wegen der oft veränderten Kolbenreibung, wie die verschiedene Geschwindigkeit des Gebläsewechsels durch mehr oder weniger aufgelegte Gewichte regulirt werden können. Zu diesem Zwecke werden gewöhnlich am untern Querstücke ein oder mehrere Gewichtskästen angebracht, in die nach Bedarf Eisenbrocken oder andere Gewichte eingelegt oder ausgenommen werden. Damit aber der zu unterst angekommene Kolben keinen erschütternden Stoß verursachen könne, muß man ihn entweder auf untergelegte Polster von altem Leder oder Fetzen, oder auf elastische Balken fallen lassen, oder eine solche Einrichtung treffen, daß auf der andern Seite des Wagbalkens, der mit dem Kolben verbunden ist, ein Gewicht aufgehoben wird, bevor der Kolben zn unterst aufstößt, wodurch er dann mit verminderter Geschwindigkeit ankömmt.

Bei der Befestigung der Kästen eines einfach wirkenden Gebläses muß theils auf die Localverhältnisse, theils auf den Mechanismus für die Kolbenbewegung Rücksicht genommen werden. Im Allge-

meinen läßt sich nur bemerken, daß man bei den hölzernen Kästen nicht zu einem ganz aus Steinen oder Eisen hergestellten Gerüste greifen wird, wie dies bei den eisernen Cylindergebläsen nicht selten geschieht, sondern das Gerüst ebenfalls aus Holz bestehen läßt. Seltene Ausnahmen unberücksichtigt, wird die Bewegung des Kolbens immer von unten auf bewerkstelligt, wie schon bei Betrachtung der Kolbengestalt vorausgesetzt wurde, und in diesem Falle besteht das hölzerne Gerüst im Wesentlichen aus zwei, von bezogenen Balken (meistens Lärchen- oder Eichenholz) gefertigten, länglichen Rechtecken, mit soviel quadratischen Abtheilungen, als das Gebläse Kästen enthält, von welchen Rechtecken das eine auf der geebneten und untermauerten Gerüstsohle aufliegt, das andere aber in entsprechender Höhe lothrecht darüber von vier Eck- und soviel Zwischensäulen getragen wird, als Abtheilungen vorhanden sind. Die Balken des untern Rechteckes oder Rostes sind mit lang vorstehenden Köpfen versehen, die eingemauert werden. Die Tragsäulen zwischen dem untern und obern Roste sind beiderseits eingezapft und verkeilt. Damit aber die Verbindung zwischen beiden Röſten noch fester werde, pflegt man überdies beide durch mehrere Eisenschließen mit eingeschnittenen Schraubengewinden zu verbinden. So weit es das Locale gestattet, werden die vier Ecksäulen von außen mit Mauerwerk eingefangen, wodurch das ganze Gerüst an Festigkeit gewinnt. Die innere Weite der quadratischen Abtheilungen des obern Rostes ist entweder ganz gleich der innern Weite der Kästen, oder unbedeutend größer als diese, damit die Kästen nahe mit ihrer ganzen Wandstärke auf dem Balken des Rostes zu stehen kommen, die zu ihrer Aufnahme mit einer ausgestemmten Nuth von etlichen Zoll Tiefe versehen werden. Oder man kann auch die innere Weite der

quadratischen Abtheilungen so groß machen, wie die Gebläsekästen mit ihrer äußern Weite sind, die darin eingeschoben und durch Querleisten vor dem weitern Niedersinken gesichert sind; hierbei muß aber jeder Kasten für sich ein Ganzes bilden, und es können nicht mehrere eine gemeinschaftliche lange Wand erhalten; überhaupt dünkt uns die zuerst genannte Art die bessere zu sein. Die auf dem obern Roste der Gerüstbalken ruhenden Kästen werden mit entsprechend starken Ankern oder Schraubenbolzen auf das Gerüst niedergeschraubt, damit sie beim Hube der Kolben nicht theilweise mitgehoben werden können.

Die Bewegung der Kolben kann durch excentrische Scheiben (Wellfüße, Epicykloiden), oder durch Verzahnungen, oder endlich durch Kurbeln geschehen, und jede dieser Bewegungsarten kann wieder entweder unmittelbar auf die Kolbenstange wirken, oder es kann mittelst eines Wagbalkens (Balanciers) die Bewegung dahin übertragen werden. Localverhältnisse haben oft entscheidenden Einfluß auf die Zweckmäßigkeit der einen oder der andern dieser Bewegungsarten. Wo man mit dem Raum am Boden sparen soll, dagegen er nach aufwärts ungehindert ist, ein in Hütten gewöhnlicher Fall, wird es gerathen sein, die Bewegungswelle unmittelbar unter dem Kolben anzubringen, wie Fig. 15, was auch in mancher andern Hinsicht das Einfachste und Billigste sein wird. Die Bewegung mit den Wagbalken hingegen hat das Gute, daß der Raum bei den einzelnen Gebläsetheilen freier, die Reparaturen zugänglicher, und die nöthigen Ausgleichungen in den einzelnen Kolbengewichten sehr leicht werden; und da hierbei die Wagbalken von Holz gefertigt wenig kosten, und die Befestigung ihrer Unterlagen bei der Drehungsachse fast gar keinen Umstand macht (weil sie bei der Kolbenbewegung von unten nahe am

Boden sich befinden), so sind die Wagbalken bei den Kastengebläsen sehr zu empfehlen, wenn anders der nöthige Raum leicht zu schaffen ist.

Was die Wahl zwischen den drei verschiedenen Bewegungsarten des Kolbens anbelangt, wollen wir im Allgemeinen nur Folgendes bemerken. Die Kolbenbewegung mit excentrischen Scheiben scheint beim ersten Anblick viel für sich zu haben. Besonders empfehlend spricht für diese Bewegungsart der Umstand, daß man durch die Construction der excentrischen Scheiben die Bewegung des Kolbens aufwärts und abwärts nach Belieben langsam anfangen, bis zu einer gewünschten Größe gleichförmig beschleunigt wachsen, dann gleichförmig fortgehen, endlich wieder gleichförmig verzögert abnehmen lassen kann; und ebenso hat man das passende Füreinandergreifen in den Bewegungen der einzelnen Kolben ganz in seiner Macht. Ungeachtet dieser Vorzüge dürfte die Kolbenbewegung durch excentrische Scheiben dennoch die schlechteste sein, weil sie von allen am meisten Reibung verursacht, weßhalb man auch selten ein durch excentrische Scheiben betriebenes Gebläse finden wird, das eine stille, ruhige Bewegung hat, außer wenn alle Theile recht solid gebaut und immer gut unterhalten werden. Eine sehr ruhige, stille Bewegung giebt die Kurbel, weil sie den Kolben allmälig in Bewegung setzt und wieder ebenso in Ruhe und in die entgegengesetzte Bewegung bringt, aufwärts wie abwärts. Für doppelt wirkende Gebläse ist unstreitig die Kurbelbewegung die zweckmäßigste und dabei kaum durch eine einfachere Bewegungsvorrichtung zu ersetzen; allein bei einfach wirkenden Kastengebläsen wird sie verhältnißmäßig kostspielig, um so mehr, da sie wegen ihrer großen Ungleichheit der Kolbenbewegung einen größern, kostspieligern Regulator nothwendig macht, wenn die Gleichförmigkeit des Windes

einen bestimmten Grad erreichen soll. Die Kolbenbewegung durch Verzahnungen scheint demnach für die in Rede stehenden Gebläse die entsprechendste Art zu sein, da sie einfach ist, wenig Reibung verursacht und einen gleichförmigen Wind giebt; sie ist zugleich jene Vorrichtung, die jetzt bei uns am meisten in Gebrauch steht. Bei der Zahnbewegung auf gewöhnliche Art muß der Kolben gleich die volle Geschwindigkeit annehmen und zuletzt von der vollen Geschwindigkeit sogleich in die entgegengesetzte Bewegung übergehen, wie der letzte Zahn ausläßt. Dadurch wird anfangs durch den Angriff des ersten Zahnes ein Stoß und zuletzt beim Auslassen des letzten Zahnes ein Schnellen des Wagbalkens oder der Welle veranlaßt. Um dieses zu vermeiden, bringt man an jedem der Zahnsegmenten-Räder Streichtatzen an, denen bei jedem Quadranten ein Arm so entgegengestellt ist, daß dieser von der Streichtatze etwas früher erfaßt wird, bevor der erste Zahn angreift, wodurch der Stoß desselben vermieden, die Kolbenbewegung allmälig begonnen wird; und um beim Auslassen des letzten Zahnes das Schnellen zu vermeiden, giebt man diesem Zahne selbst die Gestalt des letzten Theils einer Streichtatze, und zwar so geformt, daß zuletzt der Kolben noch einen Augenblick gehalten, aber nicht mehr bewegt wird, wodurch die Spannung der Luft über dem Kolben fast verschwindet, bevor dieser Zahn ausläßt, mithin kein Schnellen eintreten kann. Dieser letzte Zahn eines jeden Zahnsegmenten-Rades ist seiner eigenen Gestalt wegen, und besonders weil er am meisten zu leiden hat, folglich am ersten zu Grunde geht, nicht gleich den übrigen Zähnen mit angegossen, sondern von Schmiedeisen mit verstählter Bahn gefertigt separat eingesetzt. Ebenso pflegt man den letzten Zahn im Quadranten der Wagbalken separat einzusetzen, damit

8*

er bei seiner im Vergleich zu den übrigen Zähnen frühern Abnützung ausgewechselt, alles Uebrige aber beibehalten werden könne. In diesen eigens eingesetzten Zähnen liegt zugleich ein leichtes Mittel, das Füreinandergreifen der Kolben bei ihrem Aufgange genau reguliren zu können.

Wenn ein durch Verzahnung bewegtes Gebläse aus drei Kästen besteht, so ist jedes Zahnsegmentrad auf zwei Drittel seines Umfanges mit Zähnen versehen, während bei zwei Kästen nur der halbe Umfang Zähne erhält. Dadurch wird bezweckt, daß bei drei Kästen immer zwei blasen, während der Kolben des dritten Kastens die rückgängige Bewegung macht. Die gleiche Eintheilung wird bei dem Gebrauche der excentrischen Scheiben angewandt; nur bei der Kurbelbewegung geht dieses nicht an, und würde hierbei auch nachtheilig sein, indem bei drei Kurbeln eben dadurch eine ziemlich gute Ausgleichung der jeden Augenblick gelieferten Windmenge möglich wird, daß in der mittlern Hubhöhe eines jeden Kolbens, wo die Kolbengeschwindigkeit am größten ist, dieser allein bläst.

Wenn ein Kastengebläse doppelt wirkend eingerichtet werden soll, wird es jedenfalls räthlich, nicht bloß die Kästen solider und stärker zu machen, sondern überdies einen thunlichst soliden Mechanismus zu wählen. Letzteres veranlaßt freilich mehr Unkosten, und man wird in einem solchen Falle gewöhnlich auch die Unkosten eines eisernen Cylinders nicht scheuen. Indessen die eisernen Cylinder verursachen denn doch immer die vorzüglichsten Auslagen, und bisweilen kann man in der Lage sein, daß gerade die Cylinder schwer zu erhalten sind, während die übrigen Bestandtheile, das Gehwerk, leicht angefertigt werden können. In einem solchen Falle wird es

allerdings zweckmäßig sein, ein gutes doppeltwirkendes Kastengebläse aufzustellen.

Für einen Doppelbläser wird es nothwendig, dem Kasten, siehe Fig. 15, Taf. II, nebst dem Deckel auch einen Boden zu geben. Der Kolben wird massiv, ohne Ventil hergestellt, und es muß im Boden wie im Deckel des Kastens nebst dem Ausströmungsventile zugleich eine zweite Oeffnung mit dem Saugventile angebracht sein, oder, was in anderweitiger Rücksicht weit empfehlenswerther ist, man bringt die Ausströmungsöffnungen ganz nahe am Boden und Deckel in einer Seitenwand des Kastens an, und macht sie niedriger, dafür aber breiter, während im Boden und Deckel nur die Saugventile vorhanden sind, von denen das im Deckel befindliche mit einem äußern Gegengewichte c zum Schließen desselben versehen sein muß. Der Kolben wird mit einer genau cylindrisch abgedrehten Stange, Kolbenstange, k versehen, welche durch den Boden oder durch den Deckel hindurchgehen und sich darin auf- und niederbewegen muß. Dabei wird eine besondere Vorrichtung nöthig, damit neben der Kolbenstange nicht zugleich Wind ausströmen könne, was mit der Zeit bestimmt erfolgen müßte, wenn die Oeffnung für die Kolbenstange anfangs noch so genau passend hergestellt würde. Diese Verdichtungsvorrichtung besteht in der sogenannten Stopfbüchse. Auch die Kolbenliederung muß anders eingerichtet werden, und besteht aus einer doppelten, indem man auf der untern und auf der obern Seite des Kolbens eine Liederung anbringt, wovon die eine beim Auf-, die andere beim Niedergange des Kolbens wirkt, was namentlich bei der Stulpliederung und den damit verwandten Liederungen der Fall ist. Fig. 15 stellt jedoch eine, in der Mitte des Kolbens angebrachte, einfache Leistenliederung eigener Art dar. Ferner muß sowohl die untere, als die obere Aus-

strömungsöffnung in den Windsammlungskasten münden (was nur dann möglich ist, wenn diese seitwärts angebracht sind), oder damit in Verbindung stehen. Endlich muß der Bewegungsmechanismus so beschaffen sein, daß er seine Kraft auf den aufwärts wie auf den abwärts gehenden Kolben äußert, was am gewöhnlichsten und besten durch die Kurbelbewegung geschieht. Da jedoch beim Niedergange des Kolbens dessen Gewicht mitwirkt, so wird für den gleichförmigen Gang eine Ausgleichung dieser Schwere durch Gegengewichte nothwendig, wenn sich nicht die Kolben selbst gegenseitig das Gleichgewicht halten, wie jedesmal der Fall nahe genug eintritt, wenn mehr als zwei Kästen vorhanden sind.

In Fig. 15 sind **a a** zwei Saugventile, und **b**, das Ausströmungsventil für den aufgehenden Kolben, wogegen α' das Saugventil, und **b** das Ausströmungsventil für den abwärts gehenden Kolben vorstellt. Die Fortsetzungen vom Boden und Deckel bei α und β bilden unmittelbar di eobere und untere Wand des Windsammlungskastens, wie aus der Zusammenstellung des ganzen Gebläses in Fig. 15 ersichtlich ist, und dasselbe gilt von der hintern und vordern Seitenwand der Kästen. Ein Regulator ist nicht vorhanden, könnte übrigens an irgend einer bequemen Stelle mit der bei **r** in den Windsammlungskasten mündenden Windleitung ohne Anstand in Verbindung gebracht werden. Gegenüber der Windleitungsmündung **r** ist ein Mannloch angebracht, durch welches alle vier Ausströmungsventile mit einmal zugänglich sind. Damit sich die Kolbenstange **k**, welche bei **q** mit der gabelförmigen Kurbelstange **p** verbunden ist, senkrecht durch die Stopfbüchse auf und abbewegen müsse, ist sie bis **l** verlängert, und gleitet mit dieser Verlängerung in einer metallenen Hülse **t**, die durch einen festen Arm **y** getragen wird. Auf

der Kurbelwelle sitzt das Zahnrad z, in welches ein zweites Zahnrad eingreift, das sich auf der Wasserradwelle befindet. Es erübrigt uns zur vollen Deutlichkeit des in Fig. 15 dargestellten doppeltwirkenden Gebläses nur noch die vorhin berührte Einrichtung der Stopfbüchse und der Kolbenliederung näher zu erklären. Die Stopfbüchse in Fig. 16 nach doppelt so großem Maßstabe ist am Kastenboden mit mehreren Schrauben d befestiget und besteht aus zwei in einander verschiebbaren eisernen Cylindern B und C, mit dem dazwischen gebrachten Verdichtungsmittel m, wozu am liebsten ein in Fett getränkter Hanf verwendet wird. In dem äußern Cylinder B sind meist vier Schraubenstifte e und an diesen hernach die Schraubenbolzen f befestigt, welche letztere durch Löcher des übergebogenen Randes vom Cylinder C laufen, so daß durch die Schraubenmutter r der Cylinder C beliebig angezogen werden kann, um das Verdichtungsmittel m luftdicht an die Kolbenstange zu pressen. Die im Grundrisse Fig. 17 gesondert dargestellte Leistenliederung besteht aus vier gleichen Seitenleisten h und vier gleichen Eckleisten i; nur erstere werden durch dahinter eingelegte Doppelfedern g nach außen gedrückt, allein bei dem gewählten schiefen Zusammenstoßen der Seiten- und Eckleisten werden durch erstere auch die letztern nach außen, d. i. an die Kastenwand, gedrückt. Die Innenflächen der Kastenwände werden am besten graphirt und dann die Leisten auf ihren reibenden Seiten mit weichem Leder versehen. Um den schädlichen Raum möglichst zu vermindern, braucht man bloß darauf zu sehen, daß der Kolben auf beiden Seiten keine vorstehenden Köpfe habe, die deßhalb in den Kolben versenkt sein sollen, oder man versieht Boden und Deckel mit entsprechenden Vertiefungen zur Aufnahme der vorstehenden Köpfe, damit die Größe der Kolbenbewegung, welche

übrigens natürlich ganz durch die Kurbellänge bedingt ist, so eingerichtet werden kann, daß er in seinem höchsten und in seinem niedersten Stande dem Boden und Deckel ganz nahe kömmt.

Die Cylindergebläse werden in der Regel von Gußeisen und doppelt wirkend hergestellt, weßhalb wir uns in den folgenden Betrachtungen nur auf diese beschränken wollen. Der Effect eines gut eingerichteten Cylindergebläses muß aus mehreren Gründen bedeutend größer sein, als bei den Kastengebläsen zu erreichen möglich ist; aber die Vorzüge desselben treten erst dann in ihrem vollen Werthe auf, wenn eine hohe Windpressung bezweckt werden soll, bei der die hölzernen Gebläse unvermeidlich nachgeben müssen, und selbst durch die Poren des Holzes findet dann ein merkbarer Windverlust statt. Eine so hohe Windpressung, die wohl bei Anwendung der Steinkohlen nothwendig wird, ist für unsere Frischfeuer nie erforderlich, wo eine Pressung von 2 Fuß Wassersäule schon viel ist, und 3 Fuß sehr selten überschritten werden; zudem sind die Kosten eines Cylindergebläses bis in die letzte Zeit immer drei- bis viermal so hoch gekommen, als die eines Kastengebläses von entsprechender Leistung. Man darf sich daher nicht wundern, daß die Cylindergebläse auf unsern Hammerwerken noch selten sind. Wir schicken diese Bemerkungen voraus, um zu zeigen, daß es für uns wichtiger sei, gute und billige, als gute, schöne, sehr solide und dabei ungeheuer kostspielige Cylindergebläse herzustellen.

Der Hauptbestandtheil eines jeden Cylindergebläses bildet der für sich bestehende Cylinder **a** Figur 19 bis 22, Taf. **III.** Er muß auf seiner Innenfläche genau cylindrisch und glatt ausgedreht sein, an beiden Rändern mit rechtwinkelig abstehenden Kränzen versehen, und diese ebenfalls glatt abge-

dreht werden, weil daran der Boden und der Deckel des Cylinders luftdicht zu passen und mit Schraubenbolzen zu befestigen sind. Die zu dem letztern Zwecke erforderlichen Löcher werden durch die aufgelegte Boden- oder Deckplatte und die Kränze des Cylinders gleichzeitig gebohrt, um genau zu passen. Die Eisenstärke des Cylinders könnte vermöge der Spannung des Windes viel geringer sein, als man selbe zu gießen vermag und sie wegen des Federns beim Ausdrehen gießen darf. Für kleine Cylinder bis gegen 3 Fuß Durchmesser genügt eine Wanddicke bis an $\frac{3}{4}$ Zoll; bei größern Cylindern bis zu 5 oder 6 Fuß Durchmesser läßt man die Wandstärke bis $\frac{6}{4}$ Zoll wachsen, und bringt äußerlich noch mehrere ringförmige Verstärkungen im Gußstücke an.

Der Boden und der Deckel des Cylinders werded nur am Rande herum abgedreht, so weit selbe mit dem Cylinderkranze in Berührung kommen, um sie luftdicht aufschrauben zu können. Bisweilen giebt man zur bessern Luftdichtung einen Ring von Blei- oder Kupferdraht, oder einen Kranz von in Fett getränktem Flanell oder Filz zwischen Cylinderkranz und Boden oder Deckel; bei guter Abdrehung ist dieses indeß nicht nöthig. Sowohl im Boden als im Deckel müssen die Ventilöffnungen für die ein- und ausströmende Luft angebracht werden. Für die Saugventile **b, b**, Fig. 19 kann man zwar einfache Oeffnungen anbringen, für die Ausströmungsventile **cc** aber geht dieses schon deßhalb nicht an, weil über denselben die Verbindung mit dem Windsammlungsraum **r** hergestellt sein muß, was halsartige Ansätze nothwendig macht, die entweder unmittelbar mit der Boden- und Deckplatte angegossen, oder als eigene Ventilkästchen an die entsprechenden Oeffnungen der Platten geschraubt werden können. Mitunter versieht man auch die Saugöffnung mit Hälsen oder eigenen Ven-

tilkästchen h Fig. 20 und Fig. 22, und legt an der Mündung derselben Drahtgitter vor, um den Staub etwas abzuhalten. Man mag übrigens die eine oder andere Einrichtung treffen, immer muß dabei darauf gesehen werden, daß der schädliche Raum möglichst klein ausfalle. In der Mitte der Boden= oder Deck=platte muß ferner noch die Oeffnung für die Kolben=stange angebracht sein. Diese Oeffnung wird, wie schon bei den hölzernen Doppelbläsern erwähnt, mit einer Stopfbüchse n versehen, für welche der äußere Cylinder entweder unmittelbar an die betreffende Platte angegossen, oder an die einfache Oeffnung aufgeschraubt wird. Die Einrichtung der Stopfbüchse ist in der Hauptsache immer die schon früher erwähnte; nur kann bemerkt werden, daß man die engste Stelle der Stopfbüchse mit Metallfutter belegen soll, damit die etwa anstreifende Kolbenstange nicht vom harten Gußeisen leidet, und wenn die Stopfbüchse im Deckel angebracht ist, wird die Oeffnung der Stopfbüchse am obern Rande trichterförmig erweitert, um darin ein Fett, Oel, als Schmiere halten zu können. Des letztgenannten Umstandes wegen pflegt man jener Einrichtung den Vorzug zu geben, bei der die Stopf=büchse im Deckel angebracht wird, wie bei Anwen=dung eines Balanciers allgemein der Fall ist; allein man muß mit der vorräthigen Schmiere im trichter=förmigen Behälter der Stopfbüchse vorsichtig sein, weil es sonst leicht geschehen kann, daß die Arbeiter unterlassen, die Stopfbüchse dicht genug anzuziehen, und lieber öfter Schmiere nachgießen, so zwar, daß der ganze Kolben im Innern mit Schmiere überron=nen und die Liederung verdorben wird. Es dürfte daher eine trockene Füllung der Stopfbüchse, aus Hanf, Tuch oder Leder bestehend und mit Graphit geschmiert, viel zweckmäßiger sein, und diese kann unten so gut wie oben angebracht werden.

Den Ventilen sucht man nach Thunlichkeit eine gegen den Horizont geneigte Lage zu geben, damit sie durch ihr eigenes Gewicht schließen; ist dieses jedoch nicht wohl möglich, so wird das Schließen durch Gegengewichte, oder (aber weniger zweckmäßig) mit Federn bewirkt. Man macht bei Cylindergebläsen ebenfalls meistens Klappenventile, wobei der Schluß durch Leder oder Filz und Schafpelz geschieht. Die nöthige Steife erhält das Ventil durch leichte Holzklappen oder durch Eisenblech, wozu das letztere zweckmäßiger scheint, weil man bei Holzklappen dann auch den Anschlag von Holz machen soll. Die charnierartige Beweglichkeit wird den Ventilen entweder mit metallenen Charnieren, die am Rande der Ventilöffnung angeschraubt werden, oder wie bei den hölzernen Gebläsen nur mit dem hierzu mehr vorstehenden Leder ertheilt, welches gleichfalls an den Rand der Ventilöffnung angeschraubt wird, nachdem zuvor Zulegstäbe darüber gegeben wurden. Die Saugventile sollen thunlichst groß sein und können dann zugleich als Mannlöcher dienen, die Ausströmungsventile aber müssen, aus den schon erörterten Gründen, kleiner und besonders mit einem schmälern Anschlage versehen werden.

Bei eisernen Cylindergebläsen soll der Kolben ebenfalls von Gußeisen gefertigt sein, wie auch bei allen bessern Cylindergebläsen wirklich geschieht; nur Mangelhaftigkeit in irgend einer Beziehung kann den Gebrauch der hölzernen Kolben veranlassen. Der aus Gußeisen hergestellte Kolben muß am Rande genau concentrisch abgedreht sein, und zwar so, daß dessen Durchmesser um 3 bis 4 Linien kleiner, als des Cylinders innerer Durchmesser wird; die Gestalt desselben kann sehr verschieden sein, ist aber zum Theil durch die Liederungsart bedingt. Bei der Stulpliederung, mit Recht eine der gebräuchlichsten, pflegt

man gewöhnlich die in Fig. 23 versinnlichte Gestalt zu wählen. In der Mitte hat die Kolbenplatte eine conische Hülse, durch welche die Kolbenstange k eingefahren und durch die darüber geschraubte Platte a darin festgehalten wird. Anstatt dieser Platte findet man jedoch häufig einen Keil durch Hülse und Kolbenstange geschlagen, wie a in Fig. 22 andeutet. Die Kolbenplatte selbst soll zur Vermeidung unnöthiger Schwere nicht dick, dafür aber bei größeren Kolben mit rippenartigen von der Hülse auslaufenden Verstärkungen e Fig. 22 gegossen sein. In der Mitte ihres äußersten Randes erhält die Kolbenplatte Figur 23 eine halbrunde Vertiefung, in welche ein aus Hanf oder Pferdehaar angefertigtes Seil, von einer solchen durchaus gleichen Stärke, eingelegt wird, daß der Kolben mit dem Seile nur noch knapp in den Cylinder gebracht werden kann. Der Zweck dieses Seiles ist kein anderer, als vorzubeugen, daß niemals die eiserne Kolbenplatte an der Cylinderwand gleiten könne. Der Lederstulp, aus starkem, weichem Leder geschnitten, auf der untern und obern Seite der Kolbenplatte in gleicher Art vorhanden, wird durch die kranzartig zusammengesetzten Holzleisten f Fig. 23 in seiner bestimmten Lage festgehalten, indem diese Holzleisten mit Schrauben beliebig angezogen werden können. Damit beim Niedergange des Kolbens der vorstehende Hals der Kolbenplatte nicht Veranlassung zu einem großen schädlichen Raume geben, ist die Bodenplatte mit der Stopfbüchse zur Aufnahme derselben eingerichtet. — Etwas anders ist die in Fig. 22 verzeichnete Hanfseilliederung. Die eiserne Kolbenplatte β steht hierbei von der Cylinderwand ringsum 3 Zoll ab, erhält jedoch eine hölzerne Kranzleiste r, die mit mehreren ungefähr 1 Fuß von einander abstehenden Schrauben befestigt, nur noch 1 bis 1½ Linien von der Cylinderwand entfernt bleibt.

Oberhalb befindet sich ein genau ausgedrehter Ring γ, der knapp an den aufstehenden, gleichfalls abgedrehten Rand der Kolbenplatte paßt und von der Cylinderwand ringsum stark $\frac{1}{4}$ Zoll absteht. Unter diesem Ringe ist wieder eine hölzerne Kranzplatte r angebracht, die ebenfalls nur 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien von der Cylinderwand absteht und durch mehrere, ungefähr $1\frac{1}{2}$ Fuß voneinander entfernte, Schrauben δ beliebig niedergezogen werden kann. Der ringförmige von β, γ und r gebildete Raum ist für die Aufnahme der locker gedrehten Hanfseile bestimmt, welche aber vor ihrer Anwendung in einem wässerigen Graphitbrei getränkt und wieder getrocknet werden. Damit die graphitirten Hanfseile ringsum in gleicher Menge und Dichte eingelegt werden, beobachtet man folgendes Verfahren. Man fährt mit der Kolbenplatte β und Stange q in den Cylinder, nachdem vorläufig bloß die untere Kranzleiste r daran gebracht wurde; hernach klemmt man den Kolben mit mehreren gleich dicken Holzkeilen an verschiedenen Stellen der Cylinderwand ein, wodurch er ringsum gleich abstehend fest gehalten wird. Nun werden die vorbereiteten Hanfseile durch Herumwinden nacheinander eingelegt, und dabei öfters die bereits eingelegte Parthie fest nieder- und somit auch nach des Cylinders Wand gedrückt. Hat man auf diese Art die Höhe des aufstehenden Kolbenrandes erreicht, dann geschehen die fernern Herumwindungen immer mehr gegen die Cylinderwand, wie es der schief ansteigenden Lage dieses Verdichtungsmittels entspricht. Nach diesem wird der Eisenring γ mit der hölzernen Kranzleiste r aufgelegt, welcher das Verdichtungsmittel leicht so weit niederdrückt, daß er den aufstehenden Rand des Kolbenbodens β ringsum erfassen kann; worauf die Schrauben δ eingepaßt und sofort angezogen werden, bis man glaubt, daß das Verdichtungsmittel mit der

zulänglichen Kraft nach den Wänden des Cylinders gedrückt ist, was hinterher controlirt und durch genannte Schrauben regulirt werden muß. Hat die Hanfseilmasse die entsprechende Dichtheit erlangt, so fertigt man sich Holzklötzchen von einer solchen Höhe, daß sie genau zwischen der Kranzplatte γ und der Kolbenplatte β Platz finden, bringt bei jeder Schraube ein solches an, worauf die Schrauben ganz fest angezogen werden können, um den ganzen Kolbenkörper fest zusammen zu verbinden. Zur Verminderung des schädlichen Raumes über dem Kolben soll der ringförmige Raum e des Kolbens mit Holz ausgefüllt werden, weil er sonst mit unauspreßbarer, verdichteter Luft ausgefüllt wird. — Man trifft noch viele andere Liederungsmethoden, auf die wir hier aber nicht mehr eingehen wollen. Nur kann noch bemerkt werden, daß zur Verminderung der Kolbenreibung bei allen diesen Liederungen keine andere Schmiere angewendet werden soll, als fein geschlämmter Graphit, von welchem dann und wann eine Handvoll bei den Saugventilen zum Einsaugen hingehalten wird.

An die Hälse oder Ventilkästen der Ausströmungsöffnungen schließt der Windsammlungskasten, welcher bisweilen nur in Röhren besteht. Damit man zur nöthigen Nachsicht und Nachhülfe leicht zu den Ausströmungsventilen gelangen könne, wird es nothwendig, geeignete Oeffnungen anzubringen, die mit genau schließenden Deckplatten, wie bei d und f in Fig. 19, verschraubt werden. Vom Windsammlungsraume aus laufen die Windleitungsröhren g, welche entweder unmittelbar bis zu den Düsen, oder vorerst in einen Windregulator führen. Wenn ein Gebläse aus mehreren Cylindern bestehet, die dann alle von ganz gleicher Gestalt und Einrichtung sind, so erhalten sie natürlich alle einen gemeinsamen Wind-

sammlungskasten oder ein gemeinsames Windsammlungsrohr.

Es ist kaum nöthig zu bemerken, daß der Cylinder bei seiner Aufstellung und Befestigung in senkrechte Lage gebracht, und der Kolben ebenfalls genau lothrecht auf und ab bewegt werden muß. Die Befestigung der Cylinder am Gerüste geht stets von deren Bodenplatte aus, und nicht selten wird das Gerüst gleichfalls von Gußeisen hergestellt, was aber oft zu kostspieliger, nicht mehr profitabler Solidität führt.

Fig. 19 zeigt uns ein einfaches, vollkommen festes Gerüst von Holzbalken, zu dessen Verständlichkeit die Zeichnung genügend sein wird. Die Bewegung des Kolbens, wie schon früher bemerkt, geschieht fast ohne Ausnahme durch die Kurbel, und zwar am öftesten durch Vermittlung eines Balanciers, der sich oberhalb des Cylinders befindet. Zur Verminderung der Kosten wie zur Ersparung an Raum wäre es gewiß oft viel zweckmäßiger, die Kurbelstange ohne Balancier mit der Kolbenstange in Verbindung zu bringen, wobei sich die Stopfbüchse im Boden oder im Deckel des Cylinders befinden kann.

Bei jedem Bewegungsmechanismus muß auf die geradlinige Bewegung der Kolbenstange Rücksicht genommen werden. Erfolgt die Bewegung durch einen Balancier, so wird sie am besten durch einen Gegenlenker bewirkt, dessen Drehungspunkt nöthigenfalls am Cylinder selbst befestigt werden kann. Weniger entspricht die Vorrichtung mit einem Zahnsegmente, das am Ende des Balanciers angebracht ist und in das verzahnte und an eine Frictionsstelle gelehnte Ende der Kolbenstange eingreift. Geschieht die Bewegung ohne Balancier, so wird die geradlinige Bewegung einfach durch zwei Gleitstangen **hh** ohne Frictionsrollen bezweckt, wie in Fig. 19 der Abbil-

dung des Gebläses in der ständischen Lehrfrischhütte zu Vordernberg ersichtlich.

Ausgezeichnet durch die Einfachheit in der Aufstellung wie der geradlinigen Kolbenbewegung und demzufolge auch in der Billigkeit der Anschaffung, sind die Gebläse mit schwingenden Cylindern, die sogenannten Wackler, wovon uns Fig. 20 bis Figur 22 eine Vorstellung giebt.

Ein solches eincylindrisches Gebläse giebt mit Einem Kolbenwechsel 60 Kubikfuß Wind und macht in Einer Minute 10 bis 15 Wechslungen, daher per Minute 600 bis 900 Kubikfuß Wind mit der erforderlichen Pressung für Holz- oder Steinkohlen-Feuerung geliefert werden können, und kostet loco das Werk ganz zusammengestellt sammt österreich'scher Patenttaxe etwa 700 Gulden CM.

Das in der Zeichnung ersichtliche Holzgerüst, bestehend in

2 Schwellen . . . . . . u
2 do. v
1 Zapfenlager . . . . . . w
4 Säulen x
2 Querbalken . . . . . . y
2 Tragbalken . . . . . . z

ist in oben angesetztem Preise nicht mit begriffen, weil solches sich im Orte der Aufstellung nach der Localität richtet.

Es ist allerdings wahr, daß ein Gebläse, bei dem der Hauptbestandtheil unbeweglich fest steht, wie Fig. 19, mehr Solidität gewähren muß, als ein schwingender Cylinder; auch ist begreiflich, daß bei den schwingenden Dampfcylindern, wo dieselbe Bewegung schon vor längerer Zeit angewendet wurde, die elliptische Ausreibung derselben beträchtlich sein mag. Allein bei unserem Wackler, der beim höchsten und tiefsten Kolbenstande lothrecht steht und bei nicht

zu kurzer Kolbenstange selbst im mittlern Kolbenstande nicht viel davon abweicht und, in Vergleich zu einem Dampfcylinder wenigstens, keinen großen Kolbenwiderstand hat, können alle diese Umstände nicht von Bedeutung sein. Jedenfalls müssen wir diese Cylindergebläse gegenwärtig als willkommen ansehen, da sie gegen die übrigen Cylindergebläse mit Balanciers nur den halben Preis kosten, und nur dadurch es möglich wird, den Cylindergebläsen auf kleinern Hüttenwerken allgemein Eingang zu verschaffen, was in vieler Rücksicht wünschenswerth wäre.

Alle diese Gebläseeinrichtungen sind jedoch nur für kleinere Anlagen anwendbar, die durch Wasserkräfte bewegt werden und wobei es auf möglichst geringe Anlagekosten ankommt. Wird aber ein großes Gebläse durch eine Dampfmaschine bewegt, wie z. B. das für die Hohöfen der Laurahütte in Oberschlesien, so müssen große feststehende Gebläsecylinder von bedeutender Höhe und Weite angewendet und dieselben müssen mit dem Dampfcylinder durch einen Balancier und Storchschnäbel verbunden werden. Durch Dampfmaschinen betriebene Gebläse werden jetzt um so häufiger angewendet, da deren Kessel ohne weitere Kosten, durch die entweichende Hitze der Hohöfen, Frischfeuer und Flammöfen gefeuert werden können. Dies macht die Hüttenanlagen bei weitem weniger abhängig von den Wassergefällen und ist ein großer Vortheil. Wird ein Gebläse durch eine Dampfmaschine bewegt, so wendet man stets nur einen Cylinder an, weil auf diese Weise der Mechanismus der einfachste ist.

Die Windleitungen können in hölzernen Lutten oder Röhren, oder in metallenen Röhren bestehen. Da die Windleitungen oft unterirdisch oder in andern schwer zukommlichen Räumen geführt werden müssen,

und ihr beständiges Luftdichtsein von größter Wichtigkeit ist, bedient man sich selbst bei hölzernen, und umsomehr bei eisernen Gebläsen, fast ohne Ausnahme der metallenen Röhren. Uebrigens ist die Herstellung der hölzernen Leitungen, wenn man sich aus besondern Ursachen derselben bedienen will, so einfach, daß wir hier nicht nöthig haben dabei zu verweilen, sondern unsere Betrachtungen auf die metallenen beschränken können. Auch unter den metallenen Röhren wollen wir bloß auf die gußeisernen näher eingehen, weil diese es sind, die am gewöhnlichsten zur Anwendung kommen und dem Zwecke am besten entsprechen. Röhren von verlöthetem und angestrichenem Eisenblech oder Weißblech, wie jene von Zink oder Blei, werden nur bei kleinern Windführungen getroffen. Die Länge und Richtung der Windleitung muß sich stets nach den Localverhältnissen richten, bei ihrer Anlage wird man aber stets beflissen sein die Leitung möglichst kurz und ohne eckige Brechungen herzustellen, um an Kosten zu sparen und wenig Röhrenwiderstand zu erhalten. Anders verhält es sich mit dem Durchmesser der Röhren, der zur Verminderung der Kosten klein, zur Vermeidung des Röhrenwiderstandes aber groß sein soll. Erfahrungsmäßig kann im Allgemeinen angegeben werden, daß ungefähr eine 16fache Querschnittsfläche der Röhren von den gesammten Ausströmungsöffnungen der Düsen das rechte Mittel zwischen beiden Gegensätzen ist. Die Eisenstärke gußeiserner Windleitungsröhren findet ihre Gränze in der Möglichkeit des Gießens, ohne zu vielen Ausschuß zu erhalten. Krumme Röhren werden deßhalb immer etwas stärker als gerade, weite und lange Röhren dicker als kleine. Bei geraden Röhren von 6 bis 12 Zoll Durchmesser und 3 bis 6 Fuß Länge ist die gewöhnlichste Eisenstärke $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll, für krumme

Röhren derselben Größe aber $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Zoll. Es scheint indessen, daß bei sehr dünnen Röhren und stark gepreßtem Winde, besonders wenn die Leitung zugleich von beträchtlicher Ausdehnung ist, ein merklicher Windverlust durch die Poren des Gußeisens eintritt, in welcher Hinsicht aber eine große Verschiedenheit bei den verschiedenen Roheisensorten stattfindet, die in ihrer Dichtheit sehr verschieden sind. Das Verbinden der einzelnen, selten über 5 oder 6 Fuß langen, Röhrenstücke unter einander kann durch Scheibenkränze und Schrauben Fig. 24, oder durch einseitig angegossene Muffenstücke Fig. 25 geschehen. Bei der ersten Methode wird man nicht, wie beim Zusammensetzen der Gebläsecylinder, die Kosten auf ein glattes Abdrehen der Scheibenkränze aufwenden, und deßhalb muß man nothwendig Ringe von einem weichen Metalldrahte, oder in Fett getränkte Flanell- oder Filzkränze dazwischen legen und dann die Verbindungsschrauben, meist 4 bis 6 an der Zahl, recht fest anziehen. Bei der zweiten Methode beträgt der ringförmige Zwischenraum in der Muffe $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll, welcher mit irgend einem luftdichten Kitte (z. B. aus einem feinen Pulver von ungelöschtem Kalke und Ziegeln, zu nahe gleichen Theilen mit frischem steirischen Käse abgemacht und sogleich angewandt, welcher Kitt zugleich auch wasserdicht ist) oder selbst nur mit Holzkeilen ausgefüllt wird, die man vor ihrem Eintreiben ebenfalls in einen dünnen Kitt oder Leimwasser taucht. Bezüglich der Wahl zwischen diesen zwei Verbindungsarten kann bemerkt werden, daß die erstere den Vortheil gewährt, die Verbindung im gewünschten Falle leicht aufzuheben und schnell wieder herzustellen, und dabei sehr fest hält, wogegen die zweite billiger kömmt und besser luftdicht schließt. Man wird daher an den verschiedenen Stellen einer und derselben Windleitung bald die eine bald die an-

dere Methode anwenden, je nachdem die Verbindung vielleicht mehr oder weniger Tragkraft haben soll, und zu erwarten steht, daß sie öfters aufgehoben und wiederhergestellt werden muß, oder nicht.

Das letzte Röhrenstück, die Düse, wird aus einleuchtenden Gründen nach der Ausströmungsöffnung conisch zusammengezogen. In den meisten Fällen wird es für den Gebrauch wünschenswerth, wenn nicht nöthig, die Düse nach allen Richtungen etwas bewegen zu können, was am einfachsten dadurch erzielt wird, daß man die Düse mit dem vorhergehenden Röhrenstücke durch einen etliche Fuß langen Lederschlauch verbindet, und zwar mittelst Schraubenringen, damit ein Vorrücken oder Zurückziehen der Düse bewerkstelligt werden kann. Wenn aber der vom Gebläse kommende Wind erhitzt wird, bevor er zur Düse gelangt, dann sind die ledernen Röhrenschläuche nicht zulässig, sondern man muß zu abgedrehten Nußen, wie bei **A** in Fig. 26, und zu ineinandergesteckten ab- und ausgedrehten Röhrenenden, wie bei **B**, seine Zuflucht nehmen, wobei man die Verlängerung oder Verkürzung mit Schraubenbewegung, siehe die Figur, oder mit Getriebrädern und verzahnten Stangen einrichtet. Die vorliegende Vorrichtung ist für ein Frischfeuer eingerichtet.

Ferner wird es oft nothwendig (und das ist dann stets der Fall, wenn sich die Windleitung in mehrere Zweige vertheilt, mehrere Düsen hat, und man wünscht die Windmenge bei einer oder der andern Düse zu verändern) eine Windsperrung in der Leitung anzubringen, welches durch verschieden geformte Hähne, Pipen oder Schieber bewerkstelligt werden kann. Einen Windsperrungshahn, um den von einer Seite kommenden Wind beliebig nach zwei Seiten zu vertheilen, oder umgekehrt den von zwei Seiten kommenden Wind in beliebigem Verhältnisse nach einer drit-

ten Seite zu leiten, zeigt Fig. 26 bei **c**. In Fig. 27 ist eine einfache Vorrichtung mit zwei halbrunden Schubkolben **m n**, um den von **a** kommenden Wind in beliebiger Menge nach den Düsenansätz● **b** und **c** gelangen zu lassen, wobei bloß die genau abgedrehten Schubstangen durch gut schließende Löcher der hölzernen Deckplatte **d** laufen. Damit aber durch das Absperren des Windes von einer Düse, z. B. von **c**, der andern Düse **b** nicht mehr Wind zuströmte, so sind diese Schubkolben durchbrochen, und in der Deckplatte befinden sich zwei Oeffnungen von der Düsenweite, die mit Reibern **f** versehen sind, mittelst welchen der Wind in dem Maße ausgelassen werden kann, als er, von einer Düse abgesperrt, der andern zu viel zuströmen möchte, wenn das Wasserrad des Gebläses in seinem Gange ungeändert bleibt.

In gewisser Beziehung müssen zu den Windleitungen auch jene conischen Röhrenstücke gerechnet werden, durch die der Wind in den Verbrennungsraum gelangt und die man Formen oder Eßeisen benannt hat. Sie sind beim Eisenhüttenwesen, der leichtern Regulirung wegen, fast immer aus Kupfer gefertigt und haben eine mannichfaltige Gestalt, die wir bei jedem einzelnen Hüttenprocesse kennen lernen werden. Die sogenannten Wasserformen bestehen aber auch aus Schmiede- oder Gußeisen. Die Gründe, warum das Eßeisen ein von der Windleitung getrenntes Stück sein muß, sind hauptsächlich folgende: 1. der in den Schmelzraum reichende Theil der Windleitung ist dem Verstopfen und Abbrennen ausgesetzt, muß daher oft gereinigt, reparirt und erneuert werden; 2. zur Beobachtung der Processe soll man durch die Windeinströmungsöffnung in den Schmelzraum sehen und fühlen können; endlich 3. muß einerseits das Endstück der Windleitung, die Form, fest und luftdicht im Mauerwerke sitzen, und doch andrerseits

soll man der Richtung des Windes oft schnell eine andere Richtung geben können.

Eine große Mannichfaltigkeit und Ausdehnung haben die Windleitungen in neuester Zeit durch die Anwendung der erhitzten Gebläseluft erhalten. Die Erhitzung wird nämlich dadurch bewirkt, daß der Wind vom Gebläse weg in einen beheizten Raum geleitet und daselbst entweder in eisernen Kästen, oder besser in Röhrenleitungen, der Einwirkung der äußern Hitze ausgesetzt und erhitzt sofort zur Form geführt wird. Es giebt zwar noch eine andere Methode zur Erhitzung der Luft, nach ihrem Erfinder die Cabrol-sche genannt, bei welcher die zu erhitzende Luft selbst ein Feuer passiren und dadurch theilweise chemisch verändert werden muß; allein ihr Nutzen ist selbst bei Hohöfen sehr fraglich, und bei Frischfeuern dürfte sie kaum jemals versuchsweise zur Anwendung gelangen.

Die Erhitzung der Luft in gußeisernen Kästen scheint nur bei kleinen Feuern, z. B. bei den gewöhnlichen Schmiedefeuern, ganz zu entsprechen, obschon dieselben auch hie und da bei Frischfeuern mit gutem Erfolg in Anwendung gebracht wurden. In der Wesenheit bestehen diese Kastenapparate aus einem oder mehreren in Verbindung gebrachten Kästen von mannichfaltiger Gestalt, die sich nach den räumlichen Verhältnissen richten muß. In ihrem Innern erhalten sie mehrere Zwischenwände, durch welche der eingeleitete Wind gezwungen wird, sich verschieden hin- und herzuschlängeln, bis er zum Abführungsrohre und sofort zur Düse gelangt. Durch dieses Hin- und Herschlängeln nähert sich der Kastenapparat einem Röhrenapparate, indem die einzelnen Abtheilungen als Röhren zu betrachten sind, bei denen aber nur auf einzelnen Seiten, auf jenen nämlich, die eine Außenseite des Kastens bilden, eine Erhitzung stattfindet, während die Röhren ringsum von der Flamme bespült und die-

ſerwegen beſſer erhitzt werden. Einen ſolchen Kaſtenapparat für kleine Feuer, der unmittelbar die Wand des Feuers in der Gegend der Form bildet, zeigt Fig. 28, Taf. **II.** Die Abtheilungswände, wie die äußern Ränder ſind mit der einen Hälfte des Kaſtens aus Einem gegoſſen, während die zweite Hälfte nur in einem Deckel beſteht, der aufgeſchraubt den ganzen Kaſten fertig macht. **A** bezeichnet die Oeffnung, durch die der zu erhitzende Wind einſtrömt, durch **B** gelangt der erhitzte Wind aus dem Apparate, und **C** iſt eine coniſche, mit Seitenwänden verſehene Durchbrechung des Kaſtens, in welche das Eßeiſen zu ſitzen kömmt.

Die Röhrenapparate haben eine große Mannichfaltigkeit, laſſen ſich aber alle auf zwei Hauptarten zurückführen. Beiden Arten liegt die Abſicht zu Grunde, dem durchſtreichenden Winde durch eine vermehrte Röhrenfläche viel Gelegenheit zur Aufnahme von Wärme zu geben. Die eine Art erreicht ihren Zweck dadurch, daß die in gleicher Weite fortgepflanzte Windleitung im beheizten Erhitzungsraume mehrfach geſchlängelt und ſo verlängert wird; die andere Art aber dadurch, daß die Communication zwiſchen der in den Erhitzungsraum eintretenden und der aus demſelben tretenden Röhre durch mehrere enge, und zwar der ungehinderten Ausdehnung wegen bogenförmig gekrümmte, Röhren hergeſtellt wird. Nach localen Verhältniſſen und der ſpeciellen Ausführung kann bald die eine, bald die andere Art als die vorzügliche erſcheinen. Im Ganzen dürften jedoch die Apparate der zweiten Art, welche bei den Hochöfen in Schottland und England allgemein gebräuchlich und darnach die ſchottiſchen Apparate benannt ſind, den Vorzug verdienen, weil ſie bei gleicher Erhitzung viel weniger Röhrenwiderſtand verurſachen, welcher bei den Apparaten der erſten Art, den ſogenannten Waſſeralfinger Apparaten, ſehr bedeutend werden kann.

Uebrigens wendet man, hauptsächlich auch bei den Frischfeuern, doch gern die Wasseralfinger Apparate an, weil sie sich oft viel einfacher anbringen lassen.

Die Zeichnungen Fig. 31, 32 und 33, Taf. **III**, zeigen einen Apparat, welcher sich als sehr zweckmäßig bewährt hat und der zuerst in Wasseralfingen in Würtemberg in Anwendung gekommen ist, um den Wind durch die Gichtflamme zu erhitzen. Die Fig. 31 und 32 sind Querdurchschnitte der Apparate und Fig. 33 ist ein Grundriß; Fig. 34 zeigt eine von den Röhren in größerm Maßstabe. Der Ofen enthält 16 Röhren, die einander ganz gleich und ähnlich und wie Fig. 34 gestaltet sind. Zwei benachbarte gerade Röhren sind durch eine halbkreisförmig gekrümmte, **Z**, Fig. 31 und Fig. 34 mit einander verbunden. Zwischen den weitern Enden der geraden Röhren und den Krümmungen bleibt ein Zwischenraum, der mit Kitt aus Eisenfeilspänen, fettem Thon und Essig ausgefüllt wird. Auch werden die geraden und krummen Röhren noch durch Druckschrauben **z**, Fig. 34, zusammengehalten; dieselbe Wirkung haben drei kleine, eiserne Keile. Der horizontale Durchschnitt, Fig. 33, stellt die unterste Röhrenreihe, welche mit den Nummern 1, 8, 9 und 16 bezeichnet ist, dar; die über Nr. 1 senkrecht liegenden Röhren Nr. 2, 3, 4 bilden die erste senkrechte Reihe, die am entferntesten von der Gichtöffnung liegt. Die zweite senkrechte Reihe besteht, von Oben nach Unten, aus den Nummern 5, 6, 7 und 8, die dritte, von unten ab, aus den Nummern 9, 10, 11 und 12, und endlich die vierte, von oben ab aus den Nummern 13, 14, 15 und 16. — Die kalte Gebläseluft strömt mittelst der Röhre **D** von dem Gebläse in die in dem Ofen liegenden Röhren, durchzieht alle 16 und strömt durch **E** wieder heraus, um mittelst einer zweiten, langen, an der Rauchmauer des Hohofens entlang gehenden Röhre in die Formen

geführt zu werden, welche, wie gewöhnlich beim Betriebe mit erhitzter Luft, sogenannte Wasserformen sind. — Alle nicht im Ofen liegenden Röhrenverbindungen sind durch Ränder und Schrauben bewerkstelligt worden; zwischen den anliegenden Rändern zweier Röhren liegen kupferne Scheiben, wodurch man eine unschmelzbare Dichtigkeit erlangt. Die vom Ofen nach den Formen führende Röhre ist mit einem quadratischen Breterkasten umgeben, und der zwischen beiden bleibende Raum wird mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllt. — Der Ofen ist viereckig und besteht aus vier Mauern, von denen die an der Gicht liegende **st** (Fig. 33) und die entgegengesetzte **uv** einfach, die beiden Seitenmauern aber doppelt sind. Die zwischen den Doppelmauern **xx'** und **yy'** befindlichen Räume nehmen die gebogenen Verbindungsröhren auf, die man mit Ziegelsteinstücken und andern schlechten Wärmeleitern umgiebt. Die innern Mauern **x** und **y** enthalten gußeiserne Trageplatten **ii** und **i'i'**, auf denen die geraden Röhren liegen. Oben ist der Ofen mit einer gußeisernen Platte **kk'** verschlossen, und darüber her liegt eine nicht starke Schicht von Ziegelsteinen. Der Deckel ist mit zwei Oeffnungen versehen, von denen die eine **l** dazu dient, den obern Theil des Ofens zu reinigen, die andere, **gh**, aber die Esse und daher mit einem Register versehen ist, welches mittelst der Stange **rq** und des Hebels **pq** bewegt wird. In der der Gichtöffnung entgegengesetzten Mauer **uv** (Fig. 32 und 33) sind auch vier Oeffnungen **m** angebracht, welche durch Schieber verschlossen werden, und die, sowie die obere Oeffnung **l**, dazu dienen, das Fluggestübbe, welches durch den Luftzug aus dem Hohofen auf die Röhren geführt wird und welches die Erhitzung hindert, fortzuschaffen. Endlich ist an dem Boden des Ofens die Oeffnung **ef** vorhanden, welche die Gichtflamme aus dem Hoh-

ofen **d** in jenen leitet. **nn'** (Fig. 33) sind Schieber, welche dazu dienen, die Gichtflamme gänzlich von dem Ofen abzuschließen, oder ihren Zutritt zu vermindern. Neben denselben kann auch zu gleicher Zeit die zur Verbrennung der Hohofengase erforderliche atmosphärische Luft einströmen.

In den Zeichnungen Fig. 35 bis 38, Taf. **III.**, ist ein Winderhitzungsapparat mit besonderer Feuerung von sehr zweckmäßiger Construction dargestellt, wie sie bei englischen und oberschlesischen Coakshohöfen angewendet werden, bei denen die Gichtflamme nicht hinreicht, um den Apparat zu feuern und örtliche Hindernisse auch das Aufstellen des Apparats auf der Gicht nicht vortheilhaft machen. Man bewirkt die Feuerung solcher Apparate gewöhnlich durch die wohlfeilen oder oft werthlosen Staubkohlen, oder durch Torf ꝛc. — Fig. 35 ist ein Quer-, Fig. 36 ein Längendurchschnitt, Fig. 37 ein Grundriß und Fig. 38 eine Abbildung einzelner Theile. Der Apparat besteht aus zwei weitern Röhren **ac** und **a'c'** und aus neun engern **b**, die heberartig gebogen sind und senkrecht in den mit kurzen **d** versehenen weitern Röhren **ac** und **a'c'** stehen, welche letztere in Fig. 38 im Längenaufriß und im Querschnitt besonders und nach größerem Maßstab dargestellt ist. Dieses System von Röhren ist in einem viereckigen Ofen befindlich. Da die Erfahrung bewiesen hat, daß die Fugen der Röhren am meisten leiden, so hat man den Apparat so eingerichtet, daß die Verbindungen der großen Röhren **mn** gänzlich außerhalb des Ofens liegen, und daß die der kleinen mit den großen durch eine Mauer von feuerfesten Ziegeln, die durch die ganze Länge des Ofens geht, gegen die Oxydation geschützt sind. Die Flamme gelangt durch **gh**, welche so lang als der ganze Ofen ist, von dem Heerde in denselben, verbreitet sich zwischen den Röhren, umspielt sie von allen

Seiten und gelangt mittelst der Oeffnungen o,o,o in die Esse. — Derselbe Apparat, dessen Einrichtung sehr zweckmäßig ist und dessen Resultate sehr gut sind, ist auch z. B. in Oberschlesien auf der Gicht von Hohöfen angebracht, indem der Ofen neben der Gichtöffnung liegt und die brennbaren Gase etwas unter derselben aufgefangen und, wie bei dem Wasseralfinger Apparat, durch einen Canal in den Apparat geführt werden, indem auch atmosphärische Luft in denselben einströmt. — Weit weniger zweckmäßig sind ähnliche Apparate mit halbkreisförmig gebogenen Röhren, die entweder in besondern Oefen, oder über der Gichtöffnung liegen. Letztere erschweren das Aufgeben, und wenn eine Röhre undicht wird, so kann man nicht gut zu derselben gelangen und Reparaturen vornehmen.

Die Verbindung der einzelnen Röhren zum ganzen Apparate geschieht am besten durch die Muffenverbindung. Die Ausfüllung des Raumes zwischen Muffe und Röhre muß hierbei aber mit einem feuerfesten Kitte geschehen. Einen haltbaren Kitt dieser Gattung erhält man, wenn 7 Volumtheile feine Eisenspäne mit 2 Volumtheilen fettem, feuerfestem Thonpulver gemengt, mit einem starken Essig zu festem Teige angemacht und sogleich verwendet werden; man muß diesen Kitt jedoch mit einem passenden Stößel von Eisen recht fest einstoßen und schlagen. Vermöge der zerstörenden Einwirkung des Feuers ist es auch nöthig, die Dauer derjenigen Röhren, welche von den Flammen umspielt werden, durch eine größere Eisenstärke von mindestens 1 Zoll zu verlängern; und von Wichtigkeit ist es, die Anordnung des Apparats und Erhitzungsraumes so zu treffen, daß die Röhren nirgends von einer gepreßten Flamme oder Stichflamme getroffen werden, weil diese am meisten zerstörend, oxydirend einwirkt.

Die Erhitzung der Apparate jeder Art geschieht bei den Frisch- und Ausheizfeuern immer und bei den Holzkohlenhohöfen fast immer durch die entweichende Flamme des Feuers selbst, durch die verlorengehende, entweichende oder Ueberhitze, wie man zu sagen pflegt. Wird die Ueberhitze zu keinem andern Zwecke als zur Erhitzung der Luft verwendet, so ist das Anbringen des Erhitzungsapparates sehr einfach und leicht. Bei Frischfeuern genügt es in diesem Falle, wenn man die Windleitungsröhren über dem Feuer durch das Mauerwerk hereintreten und dann längs dem Mauerwerke etlichemal auf und ab, oder hin und her schlängeln, oder beides zugleich machen läßt und dann wieder durch das Mauerwerk zurück zur Form führt. Wesentlich trägt zur Vermehrung der Erhitzung in diesem Falle jedoch bei, wenn man die geschlängelten Röhren nicht frei in der großen Esse läßt, sondern sie mit einem Mantel umfaßt, der die Ueberhitze besser zusammenhält. Solcher Einrichtungen bestehen jetzt viele. Gewöhnlich benutzt man die Ueberhitze der Frisch- und Ausheiz- oder Wärmefeuer aber nicht bloß zur Erhitzung der Luft, sondern auch zum Vorwärmen des Roheisens, der Masseln, Kolben, Zaggeln und andern Materialeisens, zu welchem Ende die sogenannten Vorwärmheerde, d. h. durch Ueberhitze beheizte Flammenöfen, angebracht werden. In diesem Falle wird das Anbringen des Apparates zur Lufterhitzung etwas umständlicher, wie wir weiter unten bei dem Heerdfrischen sehen werden*).

---

*) Wir verweisen auf folgende Werke: Abbildungen der vorzüglichsten Apparate zur Erwärmung der Gebläseluft auf den Hüttenwerken in Deutschland, England, Frankreich, Schweden und der Schweiz. Aus dem Nachlasse des Herrn v. Herder, herausgegeben mit Brendel, Reich, Winkler und Merbach. Freiberg 1840. — Merbach, die An-

Gleichförmige Ausströmung des Windes aus den Gebläsen.

Alle Balgen- und Kolbengebläse geben nur einen periodischen und ungleichförmigen Wind. Durch Verbindung mehrerer einzelner Gebläsevorrichtungen zu einem gemeinschaftlichen Windsammlungskasten wird zwar ein ununterbrochener Windstrom erzielt, allein immer noch wird er mehr oder weniger ungleichförmig sein, besonders bei der Kurbelbewegung, welches eine der häufigsten Bewegungsverrichtungen ist. Um nun bei diesen Gebläsen einen gleichförmigen Wind zu erhalten, dienen die Windregulatoren. Eine vollkommene Gleichförmigkeit wird übrigens auch durch die Beigabe der Windregulatoren nicht erreicht, aber doch eine solche, wie sie für hüttenmännische Zwecke überhaupt und insbesondere für das Frischwesen nur immer wünschenswerth sein kann.

Ein Windregulator besteht im Allgemeinen aus einem luftdichten Raume, der mit dem Windsammlungsraum oder der Windleitung des Gebläses communicirt und im Stande ist, die periodischen Ueberschüsse der Windmenge vom Gebläse in sich aufzunehmen und sie in denjenigen Perioden, wo das Gebläse weniger liefert, wieder abzugeben. Damit der Regulator diese abwechselnde Aufnahme und Abgabe der Windmengendifferenzen bewerkstelligen könne, muß sich dessen Raum entsprechend vergrößern und verkleinern können, wie das bei Regulatoren mit veränderlichem Inhalte wirklich geschieht; allein man hat

---

wendung der erwärmten Gebläseluft in dem Gebiete der Metallurgie. Leipzig 1840. — Hartmann, über den Betrieb der Hohöfen, Kupolöfen ꝛc. mit erhitzter Gebläseluft. Bis jetzt 6 Hefte. Quedlinburg und Leipzig 1824—1841.

auch Regulatoren mit unveränderlichem Inhalte, deren Wirkung sich darauf gründet, daß die Luft ein elastisch flüssiger Körper ist, und sie werden um so besser eine Ausgleichung bewirken, je größer ihr unveränderlicher Inhalt im Verhältnisse zu den stattfindenden Winddifferenzen ist. Daß aber auch bei den Regulatoren mit veränderlichem Inhalte keine vollkommene Ausgleichung bezweckt werden kann, liegt in dem zweifachen Umstande, daß einmal stets eine gewisse, eben durch die Ungleichheiten erzeugte Kraft nothwendig ist, um den Regulatorraum zu vergrößern oder zu verkleinern, und dann besitzt die Luft doch immer ein gewisses Beharrungsvermögen, mit der erhaltenen Geschwindigkeit und Richtung sich fortzubewegen, ohne auf den Regulator viel Rücksicht zu nehmen. In letzterer Beziehung wird es von Wichtigkeit, den Regulatorraum nicht einseitig, sondern von zwei Seiten mit der Windleitung so zu verbinden, daß immer der ganze Luftstrom den Regulatorraum passiren muß.

Bei den Regulatoren mit veränderlichem Inhalte kann man unterscheiden: 1. Lederregulatoren, die wir bei den hölzernen Kastengebläsen bereits kennen gelernt haben, indem sie dort unmittelbar Eins mit dem Gebläse selbst sind. 2. Kolbenregulatoren, die ähnlich aussehen wie ein einfach wirkender Kasten oder Cylinder mit seinem Kolben, aber in ungestürzter Lage; sie sind die schlechtesten von allen, sollten deßhalb nie angewandt werden, und wir wollen weiter keine Notiz von ihnen nehmen. 3. Wasserregulatoren, welche stets mit der Windleitung in Verbindung gebracht werden, billig, dauerhaft und gut wirkend, folglich zweckmäßig und unserer nähern Bekanntschaft werth sind.

Fig. 29, Taf. **II.**, zeigt uns einen solchen Wasserregulator im Durchschnitte, wo **a** und **b** die Wind-

leitung vorstellen. Er besteht in der Hauptsache aus zwei Theilen, nämlich aus einer aufrechtstehenden Tonne c mit doppelten cylindrischen Seitenwänden cc′ und dd′, und einer umgestürzten Tonne e, welche sich in dem ringförmigen, mit Wasser gefüllten Raume zwischen den beiden cylindrischen Seitenwänden der aufrecht stehenden Tonne frei bewegen kann. Mit der untern oder aufrecht stehenden Tonne, und zwar mit dem mittlern, cylindrischen Raume derselben, ist die Windleitung in Verbindung gesetzt, wobei man noch eine Scheidewand k einsetzen kann, damit aller Wind gezwungen werde, den Raum der obern Tonne e zu durchlaufen. Wie nun der vom Gebläse durch a kommende und bei b weiter strömende Wind zugleich den innern Raum erfüllt, muß er auf den Boden der obern Tonne e und den Wasserspiegel bei m mit seiner Spannkraft drücken; dadurch wird der Wasserspiegel bei m sinken, und auf der äußern Seite bei c steigen, bis der senkrechte Höhenunterschied von m bis c gleich ist der Windpressung, durch eine Wassersäule gemessen; und wenn der Luftdruck auf dem ganzen Boden der Tonne e größer wird, als das Gewicht dieser Tonne ist, muß die Tonne in die Höhe gehoben, der Raum also vergrößert werden. Die dergestalt bloß vom Luftdruck getragene Tonne e wird natürlich bei jeder Abnahme des Luftdruckes sogleich niedersinken, den Raum verkleinern, bei jeder weitern Zunahme des Luftdruckes aber stets wieder in die Höhe steigen, den Raum vergrößern und dadurch die gewünschte Regulirung des Windstromes bezwecken können. So lange die Spannung des Windes nicht groß genug ist, die Tonne e zu heben, haben wir einen Regulator mit unveränderlichem Inhalte vor uns, der nur dann eine merkbare Ausgleichung bezweckt, wenn er von beträchtlichem Inhalte ist. Würde dagegen die Spannung der Luft anhaltend so groß, daß die Tonne e immer mehr gehoben würde, so müßte sie endlich herausge-

worfen werden, und wenn dem vorgebeugt wäre, müßte der Wind endlich durch das Wasser entweichen, welches aber theilweise mit herausgeworfen würde. Man muß demnach der Tonne e, durch Beschwerung des Bodens, ein solches Gewicht ertheilen, wie es der beabsichtigten Windpressung entspricht. Nachdem man aber bei den Frischfeuern, wie wir später kennen lernen werden, in den verschiedenen Stadien des Processes eine verschiedene Windpressung braucht, und es zu umständlich sein würde, wollte man darnach auch jedesmal die Beschwerung des Regulators abändern, so muß man sich auf einem der folgenden zwei Wege behelfen. Hat man nur ein Frisch- oder Ausheiz-Feuer im Betriebe, oder sind zwar mehrere gleichzeitig im Gange, bei denen jedoch die verschiedenen Perioden des Processes gewöhnlich gleichzeitig fortschreiten, mithin die Vermehrung oder Verminderung der Windpressung ebenfalls nahe gleichzeitig erforderlich wird, so mache man die bewegliche Tonne ziemlich groß, damit auch ohne das Spiel derselben eine leidliche Windausgleichung stattfinde; ferner beschwert man die bewegliche Tonne mit einer solchen Last, daß sie ungefähr bei 12 bis 15 Zoll Wassersäule, der gewöhnlichen schwächern Windpressung, zu spielen anfängt; weiter hänge man in der halben Spielhöhe der Tonne ein Paar gleichvertheilte Beschwerplatten auf, durch deren Mitnahme beim Aufsteigen der Tonne die Pressung beiläufig auf 24 Zoll Wassersäule, der gewöhnlichen stärkern Pressung, steigt; und endlich bringe man querüber einen festen Balken in solcher Höhe an, daß beim Anstoßen der beweglichen Tonne an diesen der Höhenunterschied in den Wasserspiegeln **m** und **c** der äußern Tonne noch bei 40 Zoll betragen kann. Bei einer solchen Einrichtung des Regulators kann der Arbeiter jede gewünschte Windpressung, ganz in der Art, wie bei den hölzernen Bälgen,

durch die Schützenstange des Gebläserades zu Stande bringen, ohne auf sonst etwas Rücksicht zu nehmen, und zugleich wird die Bewegung des Gebläses die geringste Wassermenge in Anspruch nehmen. Sind hingegen mehrere Feuer von ein und demselben Gebläse mit Wind zu versorgen, von denen bald das eine, bald das andere die höchste oder niedrigste Windpressung erhalten soll, so muß man den Regulator ein für allemal mit jener Belastung versehen, die der größten Windpressung entspricht, und es genügt dabei, dem Regulatorspiel eine solche Größe zu geben, daß sie wenigstens dem halben Inhalte des Gebläsecylinders gleichkommt; bestehet das Gebläse aus mehreren Cylindern, so reicht diese Regulatorgröße um so besser aus; übrigens wird aber für jeden Fall die Ausgleichung um so vollkommener sein, je größer der Regulator ist, je weniger seine Bewegung betragen muß, um eine bestimmte Windmenge aufzunehmen oder abzugeben. Hierbei wird nothwendig jedes Feuer den Wind mit derjenigen Pressung erhalten, die der Beschwerung des Regulators entspricht, so lange die Communicationsöffnung bei der Windsperrungsvorrichtung, die sich vor jeder Düse befinden muß, nicht kleiner ist, als die Düsenöffnung selbst; wird diese Communicationsöffnung aber kleiner als die Düsenöffnung, dann wird zwar hinter der Windsperre noch die volle Windpressung, bei der Düse hingegen eine in dem Verhältniß geringere herrschen, in welchem besagte Communicationsöffnung kleiner als die Düsenöffnung ist. Durch die Windsperrungsvorrichtung hat man demnach das einfachste Mittel, den Wind jedem Ofen oder Feuer mit der gewünschten Stärke zuströmen zu lassen, und man braucht bloß durch einfache Merkmale an dem Schieber oder Hahn der Windsperre versuchsmäßig die verschiedenen Grade der Windpressung zu bezeichnen, um jedesmal schnell die gewünschte Pres-

sung zu treffen. Damit aber bei dieser Einrichtung, durch Verminderung der Windmenge bei einem Feuer, den andern nicht um so mehr Wind zugeführt würde, kann man sich entweder der mit Hülfe von Fig. 27 erklärten Vorrichtung bedienen, oder, was bei dem Gebrauche eines in Rede stehenden Regulators zweckmäßiger ist, man bringt im Oberboden der beweglichen Tonne **e**, Fig. 29, ein Auslaßventil **g** an, welches sich von selbst öffnet, wie die Tonne eine gewisse Höhe überschreitet, und ebenso sich wieder selbst schließt, wenn die Tonne tiefer sinkt. Dadurch wird zugleich ein zu hohes Heben der Tonne, oder eine irgendwie gefährliche Windpressung verhindert, weßhalb dieses Ventil auch Sicherheitsventil genannt wird. Die Luft, welche beim Oeffnen des Ventils **g** entweicht, verursacht ein lautes Zischen; ist dieses demnach anhaltend, so beweis't es einen unnöthig schnellen Gang des Gebläses, der durch die Schützenstange des Gebläserades ermäßigt werden kann; umgekehrt kündigt das Aufstoßen der beweglichen Tonne **e** am Boden einen zu langsamen Gang des Gebläserades an, dem gleichfalls durch die Wasserschütze abgeholfen werden muß. — Offenbar ist der letztgenannte Weg zur Regulirung der Windmenge für jedes Feuer oder jeden Ofen der vollkommenere und verdient in allen jenen Fällen den Vorzug, wo mehrere Feuer von einem Gebläse aus mit Wind versorgt werden, ungeachtet ein kleiner Effectverlust des Gebläses dabei unvermeidlich ist.

Die äußere Tonne des Regulators mit den zwei Seitenwänden kann, zur Verminderung der Kosten, ganz gut von Dauben mit Eisenreifen gebunden hergestellt und allenfalls mit Oelfarbe überstrichen werden; durch das beständige Gefülltsein mit Wasser hat man von ihrer Wasserlässigkeit nicht viel zu besorgen. Die innere oder bewegliche Tonne dagegen soll we-

nigstens so weit, als sie aus dem Wasser des Regulators steigt, von Eisenblech und der Oberboden derselben am besten von Gußeisen angefertigt werden, weil man bei Holz durch das unvermeidliche Schwinden desselben immer mehr oder weniger einem Windverluste ausgesetzt ist; oder man kann diese Tonne zwar ebenfalls von Holz anfertigen, aber von Außen mit einem luftdichteu Blechüberzuge versehen, so weit dieselbe aus dem Wasser zu stehen kömmt. Bei der letztern Einrichtung erlangt man den Vortheil, daß diese Tonne bei ihrem Heraussteigen aus dem Wasser beträchtlich an Gegendruck zunimmt, gleichsam schwerer wird, wodurch das häufige Oeffnen des Sicherheitsventils g und der damit verbundene Windverlust leichter zu vermeiden sind, als bei den ganz von Eisenblech gefertigten Tonnen. Damit die bewegliche Tonne e in ihrer Bewegung Sicherheit erhalte, muß sie mit einer Leitung versehen sein. Zu diesem Ende ist außerhalb am Oberboden die abgedrehte Leitstange f befestigt, welche in der an einem Querstücke oder seitwärtigen Balken befestigten Hülse h auf- und abgleitet, und um zu verhindern, daß die Tonne bei ihrer Bewegung zwischen den beiden Wänden der aufrechtstehenden Tonne hin und her schwanke, kann man dieselbe auf ihrer innern und äußern Seitenfläche mit lothrechten Leisten oder einem andern ähnlichen Mittel versehen, wodurch das Schwanken verhindert wird.

Das Sicherheitsventil kann zwar ein Klappenventil sein, gewöhnlicher aber wendet man dazu ein sogenanntes Kegelventil an, das aus einem conischen Zapfen mit einem vorstehenden Achsenstäbchen besteht und die ebenfalls conische Oeffnung von Innen nach Außen schließt. Das Achsenstäbchen gleitet in der Hülse eines Bügels und ist oberhalb mit einem zweiarmigen Hebel versehen, welcher dasselbe durch ein Gegengewicht beständig in die Höhe zieht, folglich

das Ventil geschlossen erhält. Wie aber dieses Stäbchen mit seinem vorstehenden Ende an einen Arm stößt, der in gewisser Höhe befestigt ist, muß das Gegengewicht des genannten Hebels nachgeben, das Ventil sich öffnen; sinkt die Tonne dagegen wieder so tief, daß das Stäbchen den Arm verläßt, so wird das Ventil durch das Gegengewicht wieder geschlossen, wobei natürlich der innere Luftdruck behülflich ist.

Bei dem erörterten Wasserregulator dient das Wasser nur zum luftdichten Abschluß, zur Liederung der beweglichen Tonne, ganz in der Art, wie dies der Fall ist bei den sogenannten Baader'schen Tonnengebläsen. Es wäre deßhalb richtiger, würde man diesen Regulator Regulator mit Wasserliederung nennen, um so mehr, da man unter der Benennung Wasserregulator mit mehr Recht noch eine andere Vorrichtung begreift, die auch aus zwei einigermaßen ähnlichen Gefäßen oder Behältern besteht, wovon das äußere jedoch nur eine einfache Seitenwand hat, der Wasserspiegel sich folglich über den ganzen Querschnitt desselben erstreckt und das innere Gefäß dabei unbeweglich ist. Diese letztern Wasserregulatoren mit unbeweglichen Gefäßen haben zwar auch einen veränderlichen Inhalt, indem die Luft bei vermehrter Pressung einen Theil des Wassers aus dem innern Raume verdrängt; allein es findet dabei gegen die besprochene Einrichtung der wesentliche Unterschied statt, daß die Vergrößerung des innern Raumes lediglich durch das daraus verdrängte Wasser geschieht, welches aber außerhalb zwischen beiden Gefäßen in die Höhe steigt und dadurch in vollem Maße einen größern Gegendruck verursacht. Soll demnach bei diesen Regulatoren eine gleiche Regulirung der Windmenge bezweckt werden, wie bei jenen mit beweglichem innern Gefäße, so muß der Querschnitt um mehrmals größer sein, wodurch sie aber sehr kost-

spielig und deßhalb für kleinere Hüttenwerksanlagen unzweckmäßig werden. Bei den größern Eisenwerken hat man sie sehr gewöhnlich, weil sie, einmal hergestellt, wenig Nachsicht und Wartung verursachen, die übrigens bei den Regulatoren mit bloßer Wasserliederung ebenfalls unbedeutend sind.

Die Regulatoren mit unveränderlichem Inhalte, zum Unterschiede der Wasserregulatoren auch Trockenregulatoren genannt, müssen zur Erlangung einer bestimmten Ausgleichung der Windmenge natürlich von allen den größten Inhalt erhalten. Sie haben aber das Gute, daß sie am wenigsten Nachsicht und Wartung nöthig machen, und sind deßhalb sehr gebräuchlich. Schon die Windsammlungskasten und die Windleitungen wirken mit ihrem Inhalte als Regulator mit unveränderlichem Inhalte, und sind zu dem Zwecke bei Gebläsen, die keine großen Winddifferenzen geben, wie z. B. bei den einfach wirkenden Kastengebläsen mit Wagbalken und Zahnsegmenten, sehr oft vollkommen genügend. Man findet daher, daß viele solche Gebläse, besonders wenn sie ziemlich lange und weite Windführungen haben, ohne alle anderen Regulatoren einen so gleichförmigen Wind geben, daß wenigstens für die Erfolge bei einem Frischfeuer nichts zu wünschen übrig bleibt, und gewiß könnte bei mehreren solchen Gebläsen der angebrachte Lederregulator mit seinen öftern Reparaturen und seiner gewöhnlichen Windlässigkeit ganz zweckmäßig in Ersparung gebracht werden. — Bei den mächtigen Gebläsen der Coakshohöfen sind gewöhnlich kugelförmige Regulatoren, sogenannte Ballons aus Eisenblech, von sehr bedeutendem Inhalt angebracht.

Es mag ein Gebläse noch so gut hergestellt werden, immer wird ein mehr oder weniger bedeutender Effectverlust durch den schädlichen Raum und durch die Liederung stattfinden, und ebenso wird bei dem

besten Regulator und der besten Windleitung ein gewisser Windverlust unvermeidlich sein. Man wird daher bei den Düsenöffnungen nie das ganze Windquantum erhalten, welches dem Querschnitte und der Hubhöhe des Kolbens bei den Kolbengebläsen entspricht. Bei den Balgengebläsen ist dieser Windverlust, obgleich sie sozusagen keine Windleitung und keinen eigenen Regulator haben, jedenfalls noch bedeutender, theils des großen schädlichen Raumes, theils der schlechten Liederung wegen.

Man kann durchschnittlich annehmen, daß bei einem neu hergestellten Cylindergebläse und nahe ebenso bei einem mit Graphitirung neu gefertigten Kastengebläse, und bei guten, gußeisernen Windleitungsröhren mit einem durch Wasser gelieberten Regulator, einige achtzig Procent desjenigen Windquantums bei den Düsenöffnungen erhalten werden, welches der Kolbenbewegung entspricht. Bei schon längere Zeit im Gebrauche stehenden Gebläsen der Art darf man aber durchschnittlich nicht mehr als 75 Procent rechnen. Bei den Kastengebläsen ohne Graphitirung und mit Leistenliederung kann man für Gewöhnlich nur 55 bis 60 Procent annehmen. Auf diesen Windverlust muß man bei Berechnungen für Gebläseanlagen stets Rücksicht nehmen, denn er ist als unvermeidlich zu betrachten. Für schlecht erhaltene Gebläse läßt sich gar kein Verhältniß des Verlustes angeben, denn da kann der Effect nahe bis Null herabsinken, und es geht diesem elenden Zustande gewöhnlich sehr rasch entgegen, wenn das Gebläse einmal anfängt schadhaft zu werden und die nöthigen Reparaturen nicht bald vorgenommen werden.

Es ist daher von Wichtigkeit, bei jedem Gebläse in gewissen Zeitabschnitten eine Untersuchung des Windverlustes vorzunehmen, indem man das Windquantum, welches bei den Düsen erhalten wird, mit

dem Inhalte und der Anzahl der Kolbenwechslungen vergleicht. Zeigt sich bei dieser Vergleichung ein größerer Windverlust als der unvermeidliche, so muß der Quelle desselben sogleich nachgeforscht werden, indem man der Reihe nach die Kolbenliederung, die Ventile, den Regulator und endlich die Windleitung untersucht, bis die windlässige Stelle ermittelt ist und der geeigneten Reparatur unterzogen werden kann. Derlei Untersuchungen sind bei einem Hammerwerke besonders Sonnabends, oder an einem andern Feierabend am besten vorzunehmen, damit die nöthige Reparatur, wenn anders möglich, am Feierabend selbst vorgenommen werden kann, wo ohnedies alle Feuer im Stillstande siud. Wie die einzelnen Reparaturen vorzunehmen sind, ergiebt sich unmittelbar aus der Beschaffenheit derselben und der Einrichtung des Gebläses. Bei der Liederung kann eine stärkere Spannung, ein Auswechseln oder Hinzugeben von einzelnen Bestandtheilen, oder eine neue Graphitirung nöthig sein; bei den Ventilen ist vielleicht eine neue Belegung des Anschlages, ein neues Charnier, oder ein neues Ventil selbst erforderlich; der Regulator erheischt vielleicht ein theilweises Ausflicken, Verstopfen, Kitten; ebenso die Windleitungen vielleicht eine Erneuerung der luftdichten Verbindung bei den einzelnen Röhrenstücken u. s. w. Nebst diesem kann es beim Gebläse auch in dem Gehwerke fehlen, indem einzelne Lager, Zapfen, Zähne und dergleichen schon zu sehr ausgelaufen oder locker geworden sind, was sich durch eine stoßende oder sonst unruhige Bewegung, oder durch einen veränderten Kolbenhub zu erkennen geben wird. Im Ganzen sind die Reparaturen der Gebläse, verglichen mit jenen bei den Hammerschlägen, sehr selten.

Wenn von der Geschwindigkeit und Menge des Windes bei Gebläsen die Rede ist, versteht man dar-

unter immer jene Geschwindigkeit, mit der die Luft aus den Düsen strömt, und jene Menge, die aus den Düsenöffnungen gelangt; denn nur dieser Wind ist der wirksame.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft bei der Düsenmündung entweicht, hängt ganz von der Spannung und Temperatur derselben ab. Kennt man die Spannung und Temperatur der Luft vor der Düsenmündung, so kann dann die Geschwindigkeit, mit der sie entweicht, berechnet werden. Um die Spannung oder Pressung des Windes zu finden, dient das Manometer, der Windmesser, welchem man eine sehr verschiedene Einrichtung geben kann. Die Abbildung, Fig. 30, Taf. III., zeigt einen der einfachsten und entsprechendsten Windmesser, den man sich im Nothfalle leicht selbst anfertigen kann.

Er besteht in einer gewöhnlichen cylindrischen Glasröhre, deren innere Weite 2 oder 3 Linien Durchmesser hat, und die in der Richtung von **afce**, oder **a′fce** abgebogen, an den Enden **a** oder **a′** mit einem angeschobenen Korkpfropfe versehen, oder nur mit in Leimwasser getränkten Bindfäden umwunden, in ein entsprechendes Futteral oder Gehäuse gebracht, mit einer Scala **mn** versehen und endlich von **e** aus mit einer Flüssigkeit, bis **bd** ungefähr, gefüllt wird. Mit dem conischen Zapfen **a** oder **a′** wird der Windmesser in eine entsprechende Oeffnung der Windleitung so gesteckt, daß die Schenkel **cf** und **ce**, folglich auch die Scala **mn** in lothrechte Lage kömmt. Streng genommen, soll der Windmesser immer dort aufgesteckt werden, wo sich die conische Düse mit den cylindrischen Windleitungsröhren vereinigt. Wie nun der von **a** oder **a′** kommende Wind auf den Flüssigkeits-Spiegel bei **d** drückt, welcher Druck dem des Windes in der Windleitung gleich sein wird, so muß die eingefüllte Flüssigkeit in **d** sinken, in **b** aber steigen, und

die Differenz der Höhe zwischen beiden Spiegeln giebt die Drucksäule von der eingefüllten Flüssigkeit unmittelbar an und kann auf der Scala abgelesen werden. Bei den Berechnungen pflegt man die Wassersäule als Maß des Druckes zu Grunde zu legen; wollte man aber wirklich Wasser zur Füllung des Windmessers anwenden (wie es bisweilen geschieht), um der Scala unmittelbar die Eintheilung nach dem landesüblichen Maße zu geben, so müßte man sehr lange Glasröhren anwenden, die unbequem und sehr gebrechlich sind. Man bedient sich daher zur Füllung des Windmessers am öftersten des Quecksilbers, und um dabei dennoch unmittelbar die Höhe einer entsprechenden Wassersäule abzulesen, braucht man bloß die Eintheilung der Scala um 13.59, das spec. Gewicht des Quecksilbers, zu verjüngen; oft aber läßt man auf der Scala das natürliche Maß und lies't die Druckhöhe in einer Quecksilbersäule ab.

Da aber die Windpressung ungleich schwankend ist, so wird das Ablesen des mittleren Standes durch das beständige Schwanken des Quecksilbers schwierig, und deßhalb ist es gut, bei c einen durchbohrten Hahn anzubringen, mittelst dessen man die Communication zwischen beiden Schenkeln reguliren kann. Man darf dann bloß den Hahn auf eine kleine Communication zu drehen, so hört das Schwanken beinahe auf, indem das Quecksilber auf einem mittleren Stande beinahe ruhig stehen bleibt. Ist diese Hahnvorrichtung oder eine ähnliche nicht vorhanden, so werden die Schwankungen des Quecksilbers vermöge des Trägheitsmomentes, der Schwungkraft, immer größer ausfallen, als die Ungleichheiten des Windes wirklich sind. Da es aber oft wünschenswerth ist, die wirklichen Schwankungen des Windes zu erfahren, so würde es bloß nöthig sein, daß man die eben erwähnte Hahnvorrichtung anbringt und die Communi-

cationsöffnung gerade auf die Größe stellt, daß die Schwankungen des Quecksilbers denen des Windes entsprechend ausfallen. Bei welcher Größe der Communicationsöffnung diese Gleichheit der Schwankungen eintritt, muß durch die Erfahrung ausgemittelt werden; bei den gewöhnlichen Windmessern scheint übrigens diese Größe zwischen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der ganzen Querschnittsgröße der Röhre zu liegen. Will man einen solchen Windmesser für Reisen zum Mitnehmen einrichten, so bringt man bei e noch eine Deckelschraube an und sperrt die Quecksilberfüllung dann zwischen c und e ein, damit sie nicht schlagen und nicht ausfließen könne.

Sowie mit Hülfe des Manometers die Spannung der Luft unmittelbar erhalten wird, erfährt man auch die Temperatur des Windes unmittelbar durch das Einbringen eines Thermometers in die Windleitung vor den Düsen. Wenn aber mit kalter Luft geblasen wird, es mag nun im Winter oder Sommer sein, pflegt man auf die Temperatur keine Rücksicht zu nehmen, weil die diesfälligen Differenzen von kleinerem Einflusse sind, als andere Dinge, die man bei der Berechnung nie mit voller Sicherheit in Anschlag bringen kann.

Die üblichste Formel zur Bestimmung der Ausflußgeschwindigkeit des Windes bei den Düsen ist:

$$c = 2 \sqrt{g h \triangle [1 + 6 (t + t')] \frac{H}{H + h}} \ldots 1^{*}).$$

wobei g der Fallraum in der ersten Secunde = 15.5, h die Wassersäulenhöhe des Windmessers in Fußen,

*) Die Ableitung dieser wie der nachfolgenden Formel ist so einfach und in so vielen Büchern enthalten, daß eine Ableitung derselben hier sehr überflüssig sein dürfte. Es ist dieses dieselbe Formel, die auch Karsten in seinem neuesten Buche angiebt.

Δ das Verhältniß, um wie vielmal das Wasser dichter als die atmosphärische Luft ist, = 800,

b die Ausdehnung der Luft in Volumen bei 1 Grad Réaum. = 0.0047,

t die Windtemperatur vor der Düse, und t' die Temperatur der Atmosphäre in Graden nach Réaum.,

H der Barometerstand in einer Wassersäule nach Fußen ausgedrückt, durchschnittlich = 32.

Bei kalter Luft dagegen bedient man sich der Formel

$$c = 2\sqrt{gh\,\Delta\,\frac{H}{H+h}} = 222.7\sqrt{h\,\frac{H}{H+h}}.$$

Hat man sich die Geschwindigkeit c der ausströmenden Luft berechnet, und ergiebt sich die Größe der Düsenöffnung mit A Quadratfuß, so erhält man sehr einfach die per Secunde ausströmende Luftmenge $M' = Ac$. Allein mit der so gefundenen Luftmenge müssen noch zwei Correctionen vorgenommen werden. Einmal ist die ausströmende Luft von der Dichtigkeit $[1 + b\,(t + t')]\,\frac{H}{H+h}$, und muß demnach, um sie auf die Normaldichtigkeit der atmosphärischen Luft zu bringen, mit $\frac{H+h}{H[1 + b\,(t + t')]}$ multiplicirt werden; und dann erleidet der Luftstrahl vor der Düsenmündung eine Verengung, welche man annimmt zu $u = 0{\cdot}92(1 - 0{\cdot}079\sqrt{h})$. Demgemäß ist also die wirkliche Luftmenge, welche bei den Düsen entströmt, $M = 0{\cdot}92\;(1 - 0{\cdot}079\sqrt{h})$

$$Ac\frac{H+h}{H\,[1 + 0{\cdot}0047\;(t+t')]}\;\ldots\,II$$

oder wenn man für c den Werth aus I substituirt, und

die sich ergebenden Reductionen vorgenommen werden,

$$M = 204 \cdot 9 \, (1 - 0 \cdot 079 \sqrt{h})$$

$$A \sqrt{h \frac{H + h}{H \, [1 + 0 \cdot 0047 \, (t + t')]}} \ldots \text{III}$$

Da die Berechnung der Windmenge nach diesen Formeln, für Einen, der mit derselben nicht vertraut ist, doch immer unsicher bleibt, und selbst für Jene, die damit umzugehen gewohnt sind, eine lästige Arbeit ist, welche sich sehr oft wiederholt: so hat man deßhalb Tabellen über die Windmengen bei verschiedenen Düsendurchmessern und bei verschiedener Pressung berechnet, wobei jedoch entweder auf die erhitzte Luft Rücksicht genommen worden ist, oder nicht. Man findet indessen leicht das Quantum der Luft, wenn heiß geblasen wird, aus der nach abgenommener Pressung und Düsenweite der Tabelle wie für die kalte Luft entnommenen Menge, wenn man diese mit dem Coefficienten $\sqrt{\frac{1 + 0 \cdot 0047 \, (t + t')}{1 + 0 \cdot 0047 \, (t + t')}}$ multiplicirt, wo t die Windtemperatur, t′ aber die Temperatur der Atmosphäre bezeichnet, die unter Null negativ wird.

Soll z. B. die Windmenge bei einem Ofen oder Frischfeuer bestimmt werden, welches mit erhitzter Luft betrieben wird, wobei der Windmesser hinter der $1\frac{1}{2}$ zölligen Düsenmündung 18 Zoll Pressung und das Thermometer 180 Grad R. Windtemperatur zeigt. Die Tabelle giebt für 18 Zoll Pressung und $1\frac{1}{2}$ Zoll Düsenweite 171,8 Kubikfuß. Wird nun, wie gewöhnlich, auf die äußere Temperatur keine Rücksicht genommen, also $t' = 0$, so wird

$\sqrt{\frac{1 + 0 \cdot 0047 \times 180}{1 + 0 \cdot 0047 \times 180}} = 0 \cdot 736$, und $171 \cdot 8 \times 0 \cdot 736 = 126 \cdot 4$ Kubikfuß Luft, von der Dichtheit und Temperatur der äußern Luft.

Das Erste, was bei der neuen Anlage eines Gebläses zu entscheiden kömmt, ist die Art des Gebläses. Ein Balgengebläse zu wählen wird man sich nicht leicht veranlaßt sehen. Ebenso wird sich nicht leicht der Fall ereignen, daß man unter unsern Verhältnissen nach einem Wassertrommelgebläse greifen wird, und noch seltener wird bei einem Hammerwerke, von dem wir hier zu sprechen haben, die Herstellung eines Ventilatorgebläses vortheilhaft sein können. Mit wenigen Ausnahmen wird man demnach zur Aufstellung eines Kolbengebläses schreiten, worauf wir uns deßhalb hier beschränken wollen. Sollte übrigens aus irgend einem Grunde dennoch eines der erstgenannten Gebläse gewählt werden, wie es allenfalls bei dem Betriebe eines einzigen Ofens oder Feuers vorkommen könnte: so findet sich die nöthige Anleitung dazu unmittelbar in dem, was darüber den betreffenden Orten und Abbildungen dieser Gebläse mitgetheilt wurde.

Die weitere Frage wird sodann sein, ob ein hölzernes oder eisernes Gebläse, Kasten oder Cylinder gemacht werden sollen. Will man dabei nicht unbedingt nach dem Vollkommneren langen, so muß man eine Berechnung der Herstellungs- und Unterhaltungskosten vornehmen, wozu die Localverhältnisse die numerischen Werthe liefern. Bezüglich des Wasserrades wird man zur Ersparung an Wasser jedenfalls ein oberschlächtiges Rad wählen, wenn ein Gefälle von ungefähr 8 Fuß und darüber zu Gebote steht; bei geringerer Gefällshöhe aber wird man ein Kropfrad anbringen, um das Wasser noch möglichst durch den Druck, nicht bloß durch den Stoß wirken zu lassen. Bei größeren Gebläsen, die mehr als Einen Kasten oder Cylinder erhalten, wird man selten ohne Vorgelege durchkommen, und selbst bei einem einzigen Kasten oder Cylinder ist es nicht immer zu vermeiden,

wenn man dem Wasserrade und dem Kolben jene Geschwindigkeit ertheilen will, bei der die vortheilhafteste Wirkung stattfindet. Für oberschlächtige Räder berechnet sich die vortheilhafteste Geschwindigkeit des Radkranzes gewöhnlich von 5 bis 6 Fuß; auch bei Kropfrädern ist ungefähr 6 Fuß die üblichste Radgeschwindigkeit. Bei Hammerwerken kömmt man indessen gewöhnlich auf eine etwas größere Radgeschwindigkeit, weil man dem Fluderwerke meistens eine beträchtliche Tiefe von 4 bis 6 Fuß ertheilen muß, damit sich darin das Wasser in jenen Perioden ansammeln könne, in denen der Frischhammer nicht betrieben wird. Dadurch wird man am öftesten auf ungefähr 8 bis 9 Fuß Radgeschwindigkeit geführt, die man übrigens in jedem einzelnen Falle sich leicht berechnen kann. Der Umfang des Rades, durch die ermittelte Geschwindigkeit getheilt, giebt sofort die Zahl der Radumgänge für den durchschnittlichen Betrieb. Bei Dampfmaschinen ist die Frage verwickelter, allein gewöhnlich werden dieselben nicht von Seiten der Hütte, sondern in einer Maschinenfabrik erbaut und von derselben auch aufgestellt. Siehe Band 158 des Schauplatzes.

Nach dem Obigen ist die mittlere Kolbengeschwindigkeit für Kästen mit ungefähr ¾ Fuß, für Cylinder mit 2 Fuß zu wählen, wobei es nichts zu sagen hat, wenn dieselbe in einzelnen Perioden auf das Doppelte getrieben werden muß. Um aber nun den Weg, den Kolbenhub, zu ermitteln (woraus sich sodann mit Rücksicht auf die Kolbengeschwindigkeit die Zeit eines Kolbenspieles oder der einmaligen Umdrehung der Welle mit dem Bewegungsmechanismus, dem Kolben, ergiebt), muß die benöthigte Windmenge bekannt sein.

Bei den gewöhnlichen Frischfeuern z. B. beträgt der Düsendurchmesser gewöhnlich 16 oder 17 Linien,

und die Windpressung gegen 24 Zoll Wassersäule. Diesen entspricht nach der Tabelle eine Windmenge von 155 bis 174 Kubikfuß; nehmen wir also eine Windmenge per Feuer und Minute durchschnittlich, in runden Zahlen, von 170 Kubikfuß an. Wären nun vier solche Feuer mit einem einzigen Gebläse zu versorgen, so müßte dieses durchschnittlich 680 Kubikfuß Wind per Minute liefern. Nachdem man aber nach dem Obigen rechnen muß, daß bloß 75 Procent von jenem Luftinhalte des Gebläses wirklich geliefert werden, welcher der Kolbenbewegung entspricht: so müssen wir, statt 680, 906$\frac{2}{3}$ oder besser 910 Kubikfuß in Anschlag bringen.

Nehmen wir an, daß man sich zur Erbauung eines Kastengebläses, und zwar eines einfach wirkenden, entschlossen habe, so würde man am besten thun, zwei Kästen aufzustellen, da 910 Kubikfuß zwar nicht wenig, doch auch kein gar so großes Windquantum ist. Geben wir dem Kasten 5 Schuh Seitenlänge, jedem Kolben also 25 Quadratfuß, so giebt dies bei einer Kolbengeschwindigkeit von $\frac{3}{4}$ Fuß per Secunde 18$\frac{3}{4}$, oder per Minute 1125 Kubikfuß Wind, folglich mehr als wir brauchen. Bei 4$\frac{1}{2}$ Fuß Seitenlänge, oder 20$\frac{1}{4}$ Quadratfuß Kolbenfläche, erhält man mit $\frac{3}{4}$ Fuß Kolbengeschwindigkeit per Minute 911$\frac{1}{4}$ Kubikfuß Wind, nahe genug unserm vorliegenden Bedarf; mithin wäre 4$\frac{1}{2}$ Fuß die entsprechende innere Seitenlänge der Kästen. Von dieser nicht großen Seitenlänge $\frac{3}{4}$ als Kolbenhub genommen, giebt diesen zu 3$\frac{3}{8}$ Fuß. Der Weg von 3$\frac{3}{8}$ Fuß wird mit $\frac{3}{4}$ Fuß Geschwindigkeit in 4$\frac{1}{2}$ Secunden zurückgelegt, was während einer halben Umdrehung der Kolbenwelle geschehen muß; eine ganze Umdrehung der Kolbenwelle muß demnach in 9 Secunden erfolgen. — Nachdem früher die Zahl der Umgänge des Wasserrades ermittelt wurde, woraus

sich unmittelbar die Zeit für Einen Radumgang ergiebt, und nun auch die Zeit Einer Umdrehung der Kolbenwelle bekannt ist, so ist dadurch das zu wählende Verhältniß im Vorgelege zwischen Radwelle und Kolbenwelle ermittelt, welches sich gerade so verhalten muß, wie die Zeiten einer Umdrehung zwischen diesen beiden Wellen. Es sind folglich alle Hauptdimensionen zur Anlage des Gebläses bestimmt, bei deren Ausführung im Detail man sich nach den im Vorausgehenden enthaltenen Angaben richten kann.

Ganz auf dieselbe Weise verfährt man bei Ermittlung der Hauptdimensionen für ein zu erreichendes Cylindergebläse, wobei nur zu berücksichtigen ist, daß die Kolbengeschwindigkeit größer, der Cylinder am besten doppeltwirkend, und die Hubhöhe dem Durchmesser nahe gleich gemacht wird. Versucht man die Rechnung durchzuführen, so sieht man, daß ein einziger doppeltwirkender Cylinder von weniger als 40 Zoll Durchmesser genügend wäre, um nach unserem Beispiele 4 Frischfeuer mit Wind zu versorgen.

Die Herstellungskosten der Gebläse werden natürlich bei verschiedenen Localverhältnissen sehr verschieden sein. Die größten Differenzen in dieser Beziehung müssen bei den Cylindergebläsen eintreten, weil diese in ihrer Construction, die Fracht der Gußwaaren bis zum Aufstellungsorte, und selbst die Preise der Gußwaaren auf den einzelnen Gußwerken sehr verschieden sein können, und wirklich sind. Die genaue Berechnung der nöthigen Betriebskraft eines Gebläses bietet im Vergleiche zu den Berechnungen anderer Maschinen nichts Eigenthümliches dar; denn man hat es dabei hauptsächlich mit der Bestimmung der verschiedenen Zapfen-, Zahn- und Kolbenreibungen zu thun, die sich aber niemals ganz scharf bestimmen lassen, und wir wollen uns deßhalb auf diese

theoretischen Betrachtungen gar nicht einlassen, sondern sogleich auf die Erfolge der Praxis übergehen*).

Bei guten Kastengebläsen, die mit oberschlächtigen Wasserrädern betrieben werden, findet man die nöthige Betriebskraft am Wasserrade sehr nahe nach der practischen Regel: „Man rechne zum reinen Nutzeffecte **kh** $\frac{1}{4}$ auf Reibung dazu, und multiplicire diesen Werth mit $\frac{9}{4}$, so hat man den nöthigen Krafteffect." Der reine Nutzeffect **kh** bestehet in dem Producte aus der Windmenge **k** per Secunde, in die Höhe der Wassersäule **h**, welche die Windpressung anzeigt. Soll ein Kastengebläse z. B. per Secunde 10 Kubikfuß Wind liefern, und zwar mit einer Pres-

---

*) Herr Walter giebt in seiner praktischen Eisenhüttenkunde (meine Uebersetzung) für die Bestimmung der bei Cylindergebläsen nöthigen Betriebskraft, die unmittelbar auf die Kolbenstange wirkt, die Formeln an: $N = 2{,}3\, v \frac{h}{0{,}76 + h} + 0 \cdot 08525\, D\, l\, n\, (0 \cdot 76 + h)$; wobei N die Anzahl Pferdekräfte (zu 75 Kilogrammen und 1 Meter Geschwindigkeit), v das Luftquantum in Kubikmetern von der Temperatur Null, h die Höhe der Quecksilbersäule des Windmessers, D den Durchmesser des Gebläsecylinders, l die Höhe des Kolbenhubes, und n die Anzahl der Kolbenhübe per Minute bezeichnet. Alle Maße sind in Metern, wovon 1 Meter = 3·16353 Wiener Fuß, und alle Gewichte in Kilogrammen, wovon 1 Kilogramm = 1·78568 Wiener Pfund, zu verstehen. Er giebt ferner die Größe der Saugventile für Cylinder mit einer Kolbengeschwindigkeit von 1 Meter, zu $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{9}$ des Cylinderquerschnittes, die Größe der Ausflußventile aber zu $\frac{1}{23}$ an; und sagt endlich bezüglich der Windleitungen, daß sie $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{30}$ vom Querschnitte sämmtlicher Blascylinder erhalten sollen, und bei Theilungen in mehrere Zweige soll man im Verhältnisse der zu vertheilenden Windmenge bleiben, jedoch der weiter fortlaufenden Leitung eine etwas größere Weite belassen. Streng genommen sollte man auch den Windleitungen für die erhitzte Luft, im Verhältnisse der Volumvermehrung durch die Erhitzung, eine größere Weite ertheilen.

fung von 2 Fuß Wassersäule, so ist $kh = 10 \times 2 = 20$, und der nöthige Krafteffect sogleich in Kubikfußen Aufschlagwasser ausgedrückt, ist nach dieser practischen Regel $E = [20(1 + \frac{1}{4})] \frac{9}{4} = 56\frac{1}{4}$ Kubikfuß Wasser bei 1 Fuß Gefällshöhe. Beträgt demnach das Gefälle 15 Fuß, so ist die nöthige Menge Aufschlagwasser per Secunde $m = \frac{56\frac{1}{4}}{15} = 3\frac{3}{4}$ Kubikfuß.

Sehr bequem ist es, wenn man zur Vergleichung des verschiedenen Nutzeffectes bei Gebläsen, die mit Wasserrädern betrieben werden, sich der Formel bedient $\frac{kh}{KH}$, wobei kh den reinen Nutzeffect, KH aber den rohen Krafteffect, nämlich K die Menge des Aufschlagwassers in Kubikfußen per Secunde, und H die ganze Gefällshöhe in Fußen bezeichnet. Nimmt man die Theilung von kh durch KH wirklich vor, und drückt den Quotienten, der natürlich immer kleiner als 1 sein wird, durch zwei Decimalstellen aus, so zeigt dieser unmittelbar den reinen Nutzeffect in Procenten des rohen Krafteffectes an, wenn man die zwei Decimalstellen als ganze Zahlen nimmt. — Den größten Nutzeffect, der dem Verfasser vorgekommen ist, gab das Wassertrommelgebläse zu Eberstein in Kärnthen: er war nämlich bei einem oberschlächtigen Wasserrade 65 Procent. Bei guten Cylindergebläsen und guten oberschlächtigen Wasserrädern ist der Nutzeffect gewöhnlich zwischen 50 und 60 Procent, 63 Procent ist schon eine große Seltenheit. Gute Kastengebläse mit Graphitirung geben bei oberschlächtigen Rädern 35 bis 40 Procent; bei der Leistenliderung nach älterer Art aber selten mehr als 28 bis 30 Procent, und das nur, wenn sie in vollem Gange sind, und keine eigentliche Windlässigkeit stattfindet. Bei älteren Kastengebläsen wird selten mehr als

20 Procent getroffen. Die hölzernen Bälge bei oberschlächtigen Wasserrädern und mit einem Vorgelege versehen, kommen auf 12 bis 15 Procent; allein die gewöhnlichen Spitzbälge, wie sie in der Mehrzahl existiren, mit unterschlächtigen Rädern betrieben, kommen kaum auf 5 Procent. Ein Wassertrommelgebläse kann auf 7 bis 9 Procent gebracht werden.

Diese Erfahrungsdaten sind zu Vorausmaßen bei Werksanlagen von großer Brauchbarkeit. Sie zeigen sehr deutlich den großen Unterschied in den nöthigen Betriebskräften bei verschiedenen Gebläsen, und können selbst zur Bestimmung der nöthigen Menge des Aufschlagwassers mit voller Beruhigung in Anwendung gebracht werden. Sollte man z. B. ein Cylindergebläse aufstellen, welches in der Secunde 10 Kubikfuß Wind mit 30 Zoll Wassersäule Pressung liefert, und steht eine Gefällshöhe von 18 Fuß zu Gebote, so findet man schnell die erforderliche Menge Aufschlagwasser wie folgt: $\frac{k\,h}{K\,H} = 0{\cdot}55$ genommen, und nun $k = 10$, $h = \frac{30}{12} = 2\frac{1}{2}$, $H = 18$ gesetzt, giebt $\frac{25}{K\,18} = 0{\cdot}55$, $K = \frac{25}{9{,}9} = 2\frac{52}{99}$ Kubikfuß Aufschlagwasser per Secunde.

Die Eisenerze und ihre Vorbereitung zum Hohofenbetriebe.

Das von der Natur in ungeheurer Menge erzeugte Eisen ist sehr verschieden von dem, dessen Ansehen und Gebrauch uns so alltäglich sind. Es erscheint als ein, mit verschiedenen erdigen Substanzen vermischter Rost, und selbst die Eisenerze mit metallischem Glanz haben die Eigenschaften nicht, welche dazu erforderlich sind, wenn es nützen soll.

Eisenerze oder Eisenstein nennt der Hüttenmann alle Mineralien, welche soviel Eisen enthalten, daß dessen Gewinnung durch den Schmelzproceß im Großen vortheilhaft ist. Mineralien aber, welche zwar einen großen, häufig sogar einen überwiegenden Eisengehalt besitzen, sich aber aus irgend einem Grunde auf Eisen nicht benutzen lassen, kann man aus dem metallurgischen Gesichtspunkte nicht Eisenerze nennen.

Das Eisen ist in der Natur ganz allgemein verbreitet und findet sich unter allen Breiten der Erde. Ebenso kommt es auch in einem sehr verschiedenartigen Verbindungszustande vor. Glücklicherweise sind diejenigen Verbindungen des Eisens, aus welchen wir dieses Metall durch den Schmelzproceß darstellen können, zugleich die am häufigsten vorkommenden. Diejenigen Mineralien, in denen das Eisen mit Substanzen verbunden ist, deren vollständige Abscheidung ohne ökonomische Vortheile nicht geschehen kann, müssen zuweilen sorgfältig ausgeklaubt werden; zuweilen finden sie sich aber in so großer Menge bei den eigentlichen Eisenerzen, daß sie dieselben zur Benutzung ganz unbrauchbar machen. Es gehören dahin hauptsächlich Schwefelkies und Schwerspath.

Die meisten Eisenerze sind Oxyde, entweder rein, oder mit Beimengungen verunreinigt. Auch das kohlensaure Oxydul ist ein sehr häufiges Erz.

Eisen in Verbindung mit Sauerstoff im unvollkommenen Oxydationszustande.

Die Eisenerze dieser Gattung werden durch einen schwarzen oder grauen Strich und durch oktaedrische Form charakterisirt. — Die unter dem Namen Magneteisenstein bekannten Erze folgen dem Magnet schon in rohem, ungeglühtem Zustande, sie kommen nicht immer derb, sondern im Gemenge mit vielen Gang- und Gebirgsarten, besonders mit Quarz, Granat, Hornblende, Kalkspath, Schwerspath, Flußspath, Apatit, Asbest, ferner mit Grünstein &c. vor, die bald leicht, bald strengflüssig machen. Auch findet sich fast immer etwas Schwefelkies in der Begleitung des Magneteisensteins, weßhalb eine Röstung vor dem Verschmelzen unerläßlich ist. Außerdem pflegen auch Blende, Bleiglanz und Arsenikkies Gefährten

dieses Erzes zu sein. Hin und wieder kommt er häufig mit Titaneisen vor, welches ihn sehr strengflüssig macht. Er giebt ein vortreffliches hartes Eisen, erfordert aber eine sorgfältige Vorbereitung, da er, wie bemerkt, mit Schwefelverbindungen und mit phosphorsaurem Kalk (Apatit) zusammenbricht, die dem daraus dargestellten Roheisen sehr üble Eigenschaften mittheilen, wenn sie nicht durch Klauben und Aufbereiten abgesondert werden. — Der reine Magneteisenstein ist eine Zusammensetzung von gleichen Atomen Orydul und Oxyd, oder von 31 des erstern und 69 des letztern, womit die besten Analysen übereinstimmen. Reiner Magneteisenstein würde demnach 71,8 Procent Eisen enthalten. Es giebt Magneteisensteine, wie z. B. bei Capao in Brasilien und am La Plata, welche beim Zerreiben ein rothes Pulver bilden, und die auch einen rothen Strich haben. Es sind dies wirkliche Magneteisensteine, denen Eisenglanz beigemengt ist. Auch Titaneisen kommt nicht selten als Beimengung des in den vollkommensten Oktaëdern krystallisirten Magneteisensteins vor.

Eisen in Verbindung mit Sauerstoff im vollkommenen Oxydationszustande.

Diese Erze werden durch einen rothen, braunen oder gelben Strich und durch rhomboëdrische Form charakterisirt. Sie folgen weder im rohen, noch im geglühten Zustande dem Magnete, oder werden, wenn sie etwas Oxydul beigemischt enthalten, doch nur sehr schwach angezogen. Diese Eisenerzreihe zerfällt in zwei große Unterabtheilungen, von denen die eine Eisenoxyde ohne, und die zweite Eisenoxyde mit Wassergehalt begreift.

Eisenoxyde ohne Wasser. Der Strich und das Pulver dieser Erze haben eine mehr oder weni-

ger rothe Farbe, die sich auch durch Glühen nicht verliert. Es gehören dahin die mineralogische Gattung Eisenglanz, welche auch den Eisenglimmer und Rotheisenstein umfaßt. In ihrer chemischen Zusammensetzung sind Eisenglanz und Rotheisenstein durchaus nicht verschieden, und ihre Verschiedenheit im äußern Ansehen besteht nur darin, daß der Eisenglanz die vollkommnern Krystalle, der Eisenglimmer die flachen, zusammengehäuften Krystalle und der Rotheisenstein die faserigen, dichten, schuppigen und ocherigen Abänderungen umfaßt. Der rothe Glaskopf oder faserige Rotheisenstein enthält daher die faserigen, der Eisenrahm die schuppigen, der Eisenocher die erdigen und der dichte Rotheisenstein die dichten Abänderungen. In hüttenmännischer Beziehung sind diese verschiedenen Benennungen nur insofern wesentlich, indem der Eisenglanz und Eisenglimmer, sowie auch der Glaskopf sehr reich, die übrigen Gattungen oft aber wegen ihrer starken Beimengungen von Gang- und Gebirgsarten oft sehr arm an Eisengehalt sind. Gewöhnlich kommen Eisenglanz und Rotheisenstein mit Quarz, Eisenkiesel, Jaspis, Hornstein, Feldspath und mit andern kiesel- und thonhaltigen Mineralien vor, von denen sie häufig nicht durch Ausschlagen und Ausklauben getrennt werden können, und wodurch sie oft in hohem Grade strengflüssig werden. Schwefelkies ist kein sehr häufiger Begleiter des Rotheisensteins, wohl aber der Schwerspath, der ihn zuweilen zur Verschmelzung ganz unbrauchbar machen kann.

Der Rotheisenstein giebt ein vortreffliches Roheisen, welches einen hohen Grad von Festigkeit besitzt. Reiner Eisenglanz enthält 69 Procent Eisen. Die chemischen Analysen des Eisenglanzes und Rotheisensteins würden nachzuweisen haben, ob das natürliche Eisenoxyd geringe Quantitäten von Beimischung auf-

nimmt, die seinen Charakter nicht verändern. Titansäure und Kieselerde scheinen solche Beimischungen zu sein, die zuweilen mit dem Eisenoxyde chemisch verbunden und nicht mechanisch gemengt mit demselben angetroffen werden. Ungleich häufiger kommt aber der Rotheisenstein in einem innigen Gemenge von Kieselthon, auch wohl mit kohlensaurer Kalkerde vor, wodurch er seinen Glanz verliert und ein erdiges Ansehen erhält, ohne jedoch den durch das rothe Eisenoxyd ausgezeichneten Charakter einzubüßen. Ein solches Gemenge ist der sogenannte rothe Thoneisenstein, und auch von diesem hat man eine Menge von unnöthigen Unterabtheilungen gemacht, die sich auf die zufällige äußere Gestalt beziehen, jedoch enthält der Rotheisenstein nicht immer die mechanischen Beimengungen in einem so fein zertheilten Zustande, daß er dadurch das Ansehen des Thoneisensteins bekommt, sondern er erscheint in andern Fällen auch als eine dichte Masse von Rotheisenstein, die durch beigemengte Gebirgsarten, gewöhnlich Thonschiefer, verunreinigt wird.

Der rothe Eisenstein ist ein Hauptbestandtheil der großen erzführenden Gangformation, indem er zuweilen mit den übrigen Erzen mehr oder weniger gemengt vorkommt, mitunter aber auch den Hauptbestandtheil von sich weit erstreckenden Gängen bildet. Diese Gänge haben zu secundären Bildungen Veranlassungge geben, welche von den Gewässern zerstört würden und sich häufig gleich in der Nähe wieder abgesetzt haben. Die auf diese Weise gebildeten Lager enthalten noch Bestandtheile, welche in Wasser aufgelös't waren, z. B. kohlensauren Kalk, wenn sich zu derselben Zeit eine Kalkformation bildete, oder Kiesel, wenn eine kieselige Bildung Statt fand, wie dies z. B. bei dem Lager am Buchenberge, sowie bei mehreren andern Lagern in der Gegend von Elbingerode und

Hüttenrode am Harz der Fall gewesen ist. Während der am erstern Orte aufsetzende Gang Eisenglanz- und Magneteisenstein in krystallinischen Massen mit Schwerspath enthält, führt das Lager Versteinerungen und das Eisenoxyd in einem solchen Zustande, wie man es aus einer Flüssigkeit, worin es suspendirt war, erhält; folglich auch frei von Schwerspath und andern Mineralien dieser Art, von denen man es auch im Kleinen durch Schlemmen trennen kann. Außerdem aber, daß der Rotheisenstein sich sogleich wieder abgesetzt und große Lager gebildet hat, kommt derselbe, weil er sich fast so leicht aufschlemmt, wie der Thon, in vielen andern Formationen wieder vor, z. B. im Rothliegenden, im bunten Sandstein, im Keuper, in dem rothen Thon 2c.

Eisenoxyd mit Wasser. Diese Eisenerze werden durch einen braunen oder gelben Strich und durch ein ebenso gefärbtes Pulver charakterisirt, welches sich in der Glühhitze, indem der Wassergehalt verflüchtigt wird, roth und bräunlichroth färbt. Man rechnet den Brauneisenstein hierher. Die gewöhnliche Zusammensetzung des Eisenoxydhydrats in dem Brauneisenstein ist die, daß drei Atome Wasser mit zwei Atomen Eisenoxyd verbunden sind, so daß der ganz reine Brauneisenstein aus 85,3 Eisenoxyd und 14,7 Wasser besteht. Es kommen aber auch Brauneisensteine vor, die mehr, und andere, die weniger Wasser enthalten. So enthält z. B. der Pyrosiderit (Gothit, Rubinglimmer) ungleich weniger Wasser als der gewöhnliche Brauneisenstein, und man hat daher auch in dieser, sowie in Beziehung auf die Gestalten, in denen diese verschiedenen Brauneisensteine vorkommen, dieselbe in mehrere mineralogische Gattungen getrennt. Die gelbe Farbe des Strichs oder des Erzpulvers deutet nicht immer auf einen größern Wassergehalt, sondern die braunen und gelben Farben-Nüan-

cirungen scheinen noch mehr von der mechanischen, geringern oder größern Auflockerung des Erzes herzurühren. Mangan ist in dem Brauneisenstein häufig anzutreffen, obgleich die Beimischung des Manganoxyds selten einige Procente beträgt. Alle, in ihrer Mischung viel Manganoxyd enthaltende Brauneisensteine bekommen nach dem Glühen keine rothe, sondern eine braunrothe Farbe.

Der Schwarzeisenstein ist nichts anders als Brauneisenstein, mit einem großen Manganoxydgehalt. Außer der Kieselerde enthalten die Brauneisensteine zuweilen eine kleine Quantität Phosphorsäure in der Mischung, oder es mag ihnen auch phosphorsaures oxydirtes Eisen bloß beigemengt sein; da der Phosphorsäuregehalt dem Auge nicht immer deutlich erkennbar ist, so können die Beimischungen von diesen Säuren, wenn sie bedeutend sind, oft große Nachtheile für die Beschaffenheit des Eisens hervorbringen. Mit den Beimengungen des Brauneisensteins verhält es sich fast ebenso, wie mit denen des Rotheisensteins. Im ältern Gebirge behält der Brauneisenstein seinen Charakter, wenn ihm auch Bergarten, besonders Quarz, Schwerspath und Kalkspath, beigemengt sind. Er wird dadurch mehr oder weniger strengflüssig und erfordert häufig ein sorgfältiges Ausklauben, besonders wenn Schwerspath mit einbricht. Im jüngern Gebirge findet sich das Gemenge des Brauneisensteins mit Silicaten, vorzüglich mit Kieselthon und oft sogar mit Sand, zuweilen so innig, daß das Erz dann ein ganz gleichartiges Ansehen erhält. Solche Gemenge mit Kieselthon und Sand sind unter dem Namen der Bohnenerze, Linsenerze ꝛc. und des braunen und gelben Thoneisensteins bekannt. Auch die Gelberde und Umbra gehören hierher.

Der Thoneisenstein enthält häufig aber auch bedeutende Quantitäten von Kieselerde in chemischer

Verbindung mit dem Oxyde, und nicht bloß als Gemenge. Der Uebergang aus dem Brauneisenstein in den braunen Thoneisenstein ist zuweilen so unmerklich, daß oft nur das mechanische Gefüge, oder der Lockerheitszustand der Erze zu dieser oder jener Benennung Veranlassung giebt. Aber es giebt auch Uebergänge aus dem braunen Thoneisenstein in wirklich Eisenoxyd-Silicate, so oft es auch zweifelhaft wird, ob das Erz eine wirkliche Silicatverbindung zu nennen ist.

Diejenigen Brauneisensteine, welche durch die successive Zersetzung der Spatheisensteine entstanden sind, werden in manchen Gegenden Braunerze genannt. Wenn die Zersetzung noch nicht vollständig erfolgt ist, heißen sie Blauerze. Diese Braunerze enthalten häufig noch Beimengungen von kohlensaurem Kalk und Bittererde, weil diese in dem Spatheisenstein häufig vorkommenden Beimengungen ihre Kohlensäure noch nicht verloren haben. Nach ganz zufälligen Aggregatverhältnissen hat man beim Brauneisenstein und bei dem braunen Thoneisenstein mehrere Benennungen eingeführt, z. B. Pyrosiderit, Lepidokrokit, Stilpnosiderit, brauner Glaskopf, schwarzer Glaskopf, Pecheisenstein, Wad, Linsenerz, Bohnenerz, Eisenniere u. s. w., welche indeß sämmtlich Verbindungen des Eisenoxyds mit Wasser, mit oder ohne Beimengung, also Brauneisenstein, oder brauner Thoneisenstein sind. Die verschiedenen, bis jetzt bekannten Analysen von dem natürlichen Eisenoxydhydrat haben auch nur ein locales Interesse, indem sie zeigen, ob diesem oder jenem Erze mehr oder weniger Mangan, Kieselerde, Kieselthon und Thonerde beigemischt oder beigemengt ist.

Das Wiesenerz oder der Raseneisenstein (Sumpferz, Morasterz, Hartstein, Kaulstein, Lindstein) muß auch zu den natürlichen Eisenoxydhydraten gerechnet werden, weil die wesentliche Zusammensetzung

desselben Eisenoxyd mit Wasser ist. Fast immer enthält es auch noch Eisenoxydul, und sehr selten dürfte kein Manganoxyd darin gefunden werden. Die Humussäure, welche in den Wiesenerzen vorkommt, hat für den Hüttenmann kein Interesse, indem sie eben so wenig, wie der Wassergehalt, bei der Verschmelzung der Erze in Betracht kommt. Dagegen ist die niemals fehlende Phosphorsäure ein sehr unwillkommener Bestandtheil der Wiesenerze. Es sind dieselben Erzeugnisse der neuesten Zeit, und werden noch täglich durch Zusammenschwemmungen gebildet. Sie liegen gleich unter dem Rasen der Wiesen, in Torfmooren, hauptsächlich in Ebenen. Ihre Zusammensetzung ist daher von vielen zufälligen Umständen abhängig, und sie wird sich zum Theil nach der Beschaffenheit des Bodens richten, auf welchem sie sich erzeugen. Die gewöhnlichen Beimengungen sind Sand und Kieselthon, zuweilen kohlensaure Kalkerde und kohlensaure Bittererde. Wiesenerze, die sich in der Nähe von Gebirgen bilden, welche Chromeisenstein führen, enthalten auch Chrom. Der Phosphorsäuregehalt ist sehr verschieden und variirt von $\frac{1}{4}$ bis 6 Procent und darüber. Die Wiesenerze gehören zu den leicht reducirbaren und leicht flüssigen Eisenerzen. Das aus denselben dargestellte Roheisen ist sehr dünnflüssig, füllt die Formen bei dem Gusse sehr gut aus, enthält aber wenigstens soviel Phosphor, als sich in dem ganzen Phosphorsäuregehalt des verschmolzenen Erzes befindet, weil alles Phosphat zu Roheisen reducirt wird und sich in dem Roheisen ansammelt, ohne daß ein Theil in die Schlacke gebracht würde. Die Wiesenerze geben daher im Allgemeinen ein sprödes Roheisen.

Oxydirtes Eisen in Verbindung mit Säuren, oder mit andern oxydirten Körpern, welche die Stelle der Säure vertreten.

Unter diesen Verbindungen des oxydirten Eisens werden zwar nur diejenigen als eigentliche Eisenerze angesehen, welche das Eisenoxydul in Verbindung mit Kohlensäure enthalten; es kommen aber auch Eisen-Silicate vor, deren man sich, obgleich nicht sehr häufig, als Eisenerze bedient. Die Verbindungen einiger anderer Metalloxyde und Säuren mit dem oxydirten Eisen erfordern indeß die Aufmerksamkeit des Hüttenmannes, theils weil sie häufig mit den Eisenerzen vorkommen und auch in die Beschickung beim Schmelzen mit eingehen, theils weil es nothwendig ist, ihre Zusammensetzung zu kennen, um sie soviel als möglich zu entfernen.

Oxydirtes Eisen mit Titansäure, Titaneisen, Iserin, Mänakanit, titanartiger Magneteisensand.

Titaneisen findet sich nicht selten in Begleitung der Eisenerze. In geringen Quantitäten scheint der Titansäuregehalt der Beschickung ganz gleichgültig zu sein; in größern Quantitäten aber soll sie dadurch sehr strengflüssig werden. Ob aber wirklich ein Theil des Titans anders als ganz mechanisch mit in das Roheisen geführt wird, ist noch näher zu untersuchen.

Oxydirtes Eisen mit Chromoxydul, Chromeisenstein.

Sehr oft ist das Chromoxydul im Chromeisenstein an zwei Basen, nämlich an das oxydirte Eisen

und an Chromerde, gebunden. Das Chromeisen scheint in sehr geringen Quantitäten den Eisenerzen von den jüngern Formationen (den Thoneisensteinen, besonders auch den Sphärosideriten) beigemengt zu sein, weil nicht selten ein sehr geringer Chromgehalt in dem aus jenen Erzen gewonnenen Roheisen gefunden wird; jedoch ist es zweifelhaft, ob sich das Chrom wirklich in chemischer Verbindung mit dem Roheisen befindet.

Oxydirtes Eisen mit Kieselerde.

Diese Verbindung ist noch niemals für sich allein, sondern stets mit der mit andern Silicaten gefunden. Obgleich sehr viele Mineralien in ihrer Mischung auch Silicate des oxydirten Eisens enthalten, so gehören die Eisensilicate doch zu den selten vorkommenden Eisenerzen, weil die Verbindung mit den Erdsilicaten den Eisengehalt des Minerals so vermindert, daß die Benutzung desselben auf Eisen nicht geschehen kann. Nur in wenigen Gegenden sind die Eisensilicate das eigentliche Eisenerz; gewöhnlich werden sie als Begleiter von Magneteisenstein oder andern Erzen mit verschmolzen. Sie dienen dann gewöhnlich als Fluß befördernde Mittel und tragen durch ihren eignen Eisengehalt zur Vermehrung des Ausbringens aus den Erzen bei. Auch die Thoneisensteine und die unreinen Spatheisensteine aus den jüngern Gebirgsformationen enthalten zuweilen Beimengungen von Silicaten, in deren Mischung ein Eisensilicat mit enthalten ist. Solche Thoneisensteine zeichnen sich durch ein dichteres und so zu sagen steinartiges Ansehen aus und stehen auf der Grenze zwischen dem Brauneisenstein und den Eisensilicaten. Von dem eigentlichen Thoneisenstein, nämlich von Eisenoxyden oder Eisenoxydhydraten, welche durch eine bloße Beimengung von Silicaten (am häufigsten nur Thonerdesili-

cat) ein erdartiges Ansehen erhalten haben, müssen die wirklichen Silicatverbindungen des oxydirten Eisens wohl unterschieden werden. Man kann diejenigen Eisenerze, welche soviel Eisensilicat enthalten, daß der Charakter des Erzes dadurch bestimmt wird, Kieseleisenstein nennen, und es wird die Benennung Thoneisenstein nur für diejenigen Erze beizubehalten sein, welche das Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat vorwaltend und im Gemenge mit Silicaten enthalten.

Der Kieseleisenstein enthält das oxydirte Eisen theils im Zustande des Oxyduls, theils in dem des Oxyds, und er bekommt nach den verschiedenen Oxydationszuständen des Eisens ein sehr verschiedenartiges Ansehen. Kieseleisensteine, welche Oxydul enthalten, zeichnen sich durch hellrothe, blaue und grüne Farben aus, die bald lichter, bald dunkler sind. Die grüne Farbe scheint durch den Wassergehalt veranlaßt zu werden. Magnetisch sind diese Erze nur dann, wenn sie Subsilicate sind; schon die Silicate scheinen dem Magnete nicht mehr folgsam zu sein. Enthalten die Kieseleisensteine Eisenoxyd, so haben sie eine gelbe, oder eine röthlichgelbe, oder eine dunkelrothe, oder dunkelgrüne Farbe. Die gelbe Farbe kommt vom Wassergehalte her. Vom Magnete werden sie natürlich niemals angezogen. Durch das Verhalten gegen die Säuren unterscheidet sich der Kieseleisenstein sehr wesentlich von dem Thoneisenstein. Aus dem letztern zieht die Salzsäure den ganzen Eisengehalt und läßt das beigemengte Silicat als ein staubiges, oft sandartiges Pulver zurück. Das Verhalten der Kieseleisensteine beim Verschmelzen hängt zum Theil von den beigemengten Silicaten ab. In der Regel aber ist er sehr leichtflüssig und geneigt, weißes Roheisen mit dunkelgefärbten Schlacken zu geben, wenn zu wenig Kalkstein zur Beschickung gekommen ist. Der Kalkstein ist für diese Erze kein Fluß beförderndes, sondern

die Flüssigkeit erschwerendes Mittel. Viele Kieseleisensteine, die andere Silicate in der Mischung enthalten, können für sich allein und ohne Zuschläge verschmolzen werden. Es hängt indeß theils von dem Verhältnisse und auch von der Art der Silicate, theils aber auch von der Beschaffenheit und Einrichtung des Ofens und des Gebläses ab, ob der Gang durch Zusatz von zweckmäßig gewählten Flüssen nicht verbessert werden kann. Ganz reine Kieseleisensteine können für sich nicht gut verschmolzen werden. Die Bisilicate würden nur wenig Eisen abgeben, und es würde eben so viel Eisenoxydul in der Schlacke zurückbleiben, als nöthig ist, damit die Kieselerde mit dem Eisenoxydul ein Trisilicat bilde. Die Silicate und Subsilicate würden nach Verhältniß ihres größern Eisengehaltes zwar mehr Eisen abgeben, aber immer würde die Schlacke ein Eisenoxydul-Trisilicat bleiben.

Alle Kieseleisensteine halten daher ohne Zuschläge sehr viel Eisen zurück. Sie geben eine schwarze Schlacke und weißes Roheisen und verlieren ihre große Leichtflüssigkeit nur dann, wenn sie mit Kalkstein in gehörigem Verhältnisse beschickt werden, wobei der unreine, kieselthonhaltende Kalkstein oft bessere Dienste leistet, als der ganz reine.

Zu den Kieseleisensteinen rechnet man den Blaueisenstein vom Cap der guten Hoffnung, den Sideroschisolith aus Brasilien, das Bohnenerz von Kandern in Baden, die Grünerde, den Chlorit, die Hornblende, den Augit, manche Granaten, einige Basalte, manche Halbopale rc.

Oxydirtes Eisen mit Kohlensäure.

Wie die oxydirten Eisenerze in der Natur, theils rein, theils mit Silicaten gemengt, als Thoneisen-

steine angetroffen werden, so ist dies auch bei den Erzen der Fall, welche der Hauptsache nach aus kohlensaurem Eisenoxydul bestehen. Sie sind entweder rein, d. h. nicht gemengt mit Silicaten, obgleich sie gewöhnlich andere kohlensaure Oxyde mit Erden beigemischt enthalten, oder sie sind mit Silicaten gemengt und erhalten dadurch ein erdiges oder thonartiges Ansehen, weßhalb sie lange Zeit ebenfalls für Thoneisenstein gehalten worden sind. Wenn man daher Spatheisenstein (Pflinz, Stahlstein, Weißerz) und Sphärosiderit unterscheidet, so versteht man unter dem Erstern die reinen, und unter Letzterm die mit Silicaten gemengten kohlensauren Verbindungen, deren Basis vorwaltend aus Eisenoxydul zu bestehen pflegt. Dieser Unterschied ist an sich ebenso unwesentlich, als der zwischen Rotheisenstein und rothem Thoneisenstein ꝛc.

Der Spatheisenstein und der Sphärosiderit haben jederzeit einen weißen, oder einen grauen Strich, im rohen Zustande werden sie vom Magnet nicht gezogen, dagegen sehr stark, sobald sie geglüht worden sind. Nach dem Glühen erhalten sie eine schwarze Farbe, in welcher sich eine Beimischung von Röthlichbraun zeigt.

Dem kohlensauren Eisenoxydul im Spatheisenstein sind immer kohlensaure Bittererde, kohlensaure Kalkerde, kohlensaures Manganoxydul, auch wohl kohlensaures Zinkoxyd beigemischt. Letzteres kommt selten, das kohlensaure Manganoxydul fast immer vor. Zuweilen fehlt die kohlensaure Bittererde, und dann pflegt die kohlensaure Kalkerde vorhanden zu sein; zuweilen tritt der umgekehrte Fall ein, zuweilen sind beide vorhanden. Es giebt aber auch Dolomite, bei welchen das eine Mischungsgewicht der Basis, Kalkerde, und das zweite Mischungsgewicht, Bittererde und Eisenoxydul, in sehr verschiedenen Verhältnissen

vorkommen. In den gewöhnlichen Spatheisensteinen differirt der Manganoxydul-Gehalt von $\frac{2}{3}$ bis 11 Procent, und vielleicht darüber; der Kalkerdegehalt von 0 bis 1,7 Procent; der Bittererdegehalt von 0 bis 3 Procent. Das kohlensaure Eisenoxydul macht aber immer den vorwaltenden Bestandtheil aus. Deßhalb sind diese Erze auch sehr leicht reducirbar und geneigt, ein weißes Roheisen ohne dunkelgefärbte Schlacke zu geben, weil sie fast immer soviel quarzige Bergart beigemengt enthalten, daß sich diese mit den übrigen im Spatheisensteine, welche viel kohlensaure Bittererde enthalten, streng flüssig verhält; indeß lassen sie sich mit zweckmäßigen Zuschlägen sehr gut verschmelzen. Kommt es darauf an, graues Roheisen zu erzeugen, so haben diejenigen Spatheisensteine den Vorzug, in welchen sich die größte Beimischung von kohlensauren Erden befindet. Will man aber weißes Roheisen darstellen, so sind diejenigen Spatheisensteine vorzuziehen, welche viel kohlensaures Manganoxydul enthalten, weil das Manganoxydul sehr leicht und dünnflüssige Silicate bildet.

Der Spatheisenstein erleidet mit der Zeit eine Veränderung an der Luft und wird dunkler oder röthlichbrayn gefärbt. Einige Spatheisensteine sind dieser Veränderung schneller als andere ausgesetzt. Die Verwitterung fängt an der Oberfläche an und verbreitet sich nach und nach in's Innere, so daß man häufig Eisenspathe findet, die inwendig Weißerz, d. h. unzersetzter, und auswendig Braunerz, d. h. zersetzter Spatheisenstein, sind. Auf einigen Gängen arbeitet man noch in Brauneisenstein, ohne den Spatheisenstein erreicht zu haben, in andern ist man bis auf die Grenze gekommen, so daß man recht deutlich sieht, daß, wenn irgendwo durch eine Spalte Wasser von oben hat eindringen können, die Umänderung in Brauneisenstein erfolgt, während an andern Stellen

der Spatheisenstein unverändert geblieben ist. In den meisten Gängen jedoch, in welche gar kein oder nur wenig Wasser eindringen konnte, wird nur in Spatheisenstein gearbeitet. Der Spatheisenstein wird durch das Verwittern lockerer und verliert seine ursprüngliche Festigkeit und Härte. Diese lassen sich durch das Rösten und Brennen ebenfalls heben, und die gerösteten Spatheisensteine haben auch eine dunkle chocoladenbraune Farbe. Zwischen den natürlichen Braunerzen und den gerösteten Eisenspathen findet der Unterschied statt, daß die letztern durch die Röstung ihre Kohlensäure verloren haben, und daß das Oxydul in Oxyduloxyd umgeändert worden ist. Die Braunerze dagegen können zuweilen kohlensaures Eisenoxydul mit Eisenoxydhydrat, zuweilen reines Eisenoxydhydrat sein, je nachdem die Erze längere oder kürzere Zeit der Verwitterung unterlegen haben. Ohne Zutritt von Feuchtigkeit verändern sich die Spatherze niemals; allein der Zutritt der Luft ist ebenso nothwendig. Die kohlensaure Kalk- und Bittererde nehmen an diesen Veränderungen keinen Theil, sondern bleiben zuletzt in dem Braunerze zurück. Der Gehalt an Eisenoxydul in dem unzersetzten Eisenspath differirt von 42 bis 60 Procent, je nachdem das Erz mehr oder weniger Manganoxydul, Kalkerde und Bittererde in kohlensaurem Zustande enthält.

Die Sphärosiderite erleiden durch das Verwittern dieselben Veränderungen, wie der Spatheisenstein, und noch weit schneller. Sie sind mit den fremdartigen Einmengungen so innig vermengt, daß das Erz ein ganz gleichartiges Ansehen erhält. Die Beimengungen sind gewöhnlich nur Kieselthon oder ein Thonerde-Silicat, in welchem jedoch die Kieselerde bedeutend vorwaltet. Außerdem können noch Beimengungen von phosphorsaurem Eisenoxyd, von phosphorsaurer Kalkerde, von Schwefelkies, von

Chromeisen und von Titaneisen (?) vorkommen. Je nachdem diese Beimengungen in größerer oder geringerer Menge vorhanden sind, wechselt der Gehalt an Eisenoxydul zwischen 20 und 54 Procent. Die Sphärosiderite verhalten sich beim Verschmelzen häufig sowie die Spatheisensteine, die viel kohlensaure Erden in ihrer Mischung enthalten. Durch eine starke Beimengung von Thonerde-Silicat kann jedoch der Eisenoxydulgehalt so gering werden, daß die Erze nicht mehr schmelzwürdig sind. Die Sphärosiderite sind leicht reducirbar, können dabei aber sehr strengflüssig sein, wenn sie keine Kalkzuschläge erhalten. Sie sind sehr geneigt, weißes Roheisen mit dunkelgefärbter Schlacke zu geben, indem ein Theil des Eisenoxyduls an das Thonerdesilicat abgegeben werden muß, um dieses flüssig zu machen. Bei einer richtigen Beschickung mit Kalkerde liefern sie ein gutes graues Roheisen mit lichter Schlacke. Je größer das Verhältniß der Thonerde zur Kieselerde in dem beigemengten Silicat ist, desto strengflüssiger verhält sich das Erz. Die wenig Kieselerde enthaltenden Sphärosiderite erfordern daher einen Zuschlag von Kiesel- und Kalkerde. Die an Kieselerde reichen Erze kommen durch einen bloßen Kalksteinzuschlag in einen guten Fluß.

Der Spatheisenstein ist gleichfalls ein Hauptbestandtheil der großen metallführenden Gangformation. Er kommt häufig, wie auch der Manganspath (kohlensaures Manganoxydul) mit den übrigen Erzen vor; zuweilen besteht aber die Gangausfüllung nur aus Spatheisenstein. Sehr häufig kommt es in den höhern Theilen der Gänge vor, während tiefer unten die übrigen Erze häufig gefunden werden. — Der Sphärosiderit kommt vorzugsweise in den Thonlagern vor, welche mit den Steinkohlenlagern wechseln, und zwar findet er sich dann gewöhnlich in einzelnen sphäroidi-

schen Stücken oder Nieren, die neben einander liegen und von verschiedener Größe sind. Aus diesem Erze wird die größere Menge des Eisens überhaupt und besonders in England gewonnen, und in letzterem Lande ist man bei der Eisenerzeugung dadurch sehr begünstigt, daß das Brennmaterial und das Erz zusammen vorkommen.

Oxydirtes Eisen mit Phosphorsäure.

Es kommt nicht selten als unverkennbare Beimengung in den Roth- und Brauneisensteinen, in den Thoneisensteinen und Sphärosideriten, vorzüglich aber in den Wiesenerzen vor. Man kennt diese Verbindung aber auch in einem abgesonderten Zustande, d. h. derb oder krystallisirt und mit dem oxydirten Eisen des Eisenerzes nicht vermengt. Diese Verbindungen zu kennen, hat für den Eisenhüttenmann ein großes Interesse, um sie, wenn es möglich ist, zu vermeiden und bei der mechanischen Aufbereitung der Erze, soweit es geschehen kann, auszuhalten. Die Phosphorsäure scheint sich in sehr verschiedenen Verhältnissen mit dem oxydirten Eisen zu verbinden, und dieses befindet sich dabei in sehr verschiedenen Oxydationszuständen. Die blau gefärbten Verbindungen enthalten vorzugsweise Eisenoxydul; die grün-, braun- und gelblich gefärbten, vorzugsweise Eisenoxyd.. Bis jetzt hat man zwar Eisenphosphate kennen gelernt (Vivianit), die kein Eisenoxyd enthalten; allein ein reines Eisenoxydphosphat, welches von allem Oxydul frei wäre, hat man noch nicht gefunden.

Es ergiebt sich aus dieser Uebersicht der in der Natur vorkommenden Mineralien, die sich durch einen großen Eisengehalt auszeichnen, daß nur diejenigen unter ihnen wirklich auf Eisen benutzt werden, welche dieses Metall entweder bloß im oxydirten Zu-

stande oder in Verbindung mit Kohlensäure — in seltenern Fällen mit Kieselerde — enthalten.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der Classification und des Eisengehaltes der verschiedenen angewendeten Eisenerze.

Eisenerzgattungen.	Abänderungen.	Roheisengehalt.	Bemerkungen.
Magneteisenstein .	. . . .	0,80—0,90	Der angegebene Eisengehalt ist das Minimum und das Maximum von dem zu erlangenden.
Eisenglanz und Rotheisenstein	derber } Eisenglanz	0,60—0,80	
	sandiger } Eisenglanz	0,45—0,50	
	rother Glaskopf .	0,40—0,60	
	dichter Rotheisenstein	0,50—0,70	
	ochriger "	0,35—0,45	
Brauneisenstein	Glaskopf . . .	0,40—0,50	
	dichter		
	oolithischer . . .	0,30—0,40	
	körniger . . .	0,25—0,40	
	Raseneisenstein .	0,35—0,55	
Kieseleisenstein	. . . . . .	0,15—0,45	
Kohlensaures Eisen	Spatheisenstein .		
	Braunerz . . .	0,35—0,45	
	Sphärosiderit . .	0,30—0,45	

Das Probiren der Eisenerze.

Ehe man ein Erz verschmelzt, oder zu Gute macht, ist es nothwendig, die Menge seines Eisengehaltes kennen zu lernen; und man muß, ehe man es im Großen anwendet, stets seine Beschaffenheit untersuchen, damit man wenigstens annähernd mit der Art der Behandlung im Schmelzofen bekannt werde, die bei ihm zweckmäßig ist, und die durch ihre Resultate oft kostbare tappende Versuche zu vermeiden im Stande ist.

Man erlangt diese Kenntnisse mit einer für die Praxis hinreichenden Genauigkeit, indem man die Erze der Einwirkung der Säuren unterwirft, und indem man sie auf dem trocknen Wege, d. h. in einem sehr stark erhitzten Tiegel, probirt. Durch ein solches Verfahren lernt man freilich die Zusammensetzung der Erze nicht kennen; allein zu der hüttenmännischen Behandlung derselben ist es bei weitem weniger nothwendig, die Bestandtheile der Erze und deren gegenseitige Verhältnisse zu erforschen, als die der Erdbasen, welche bei denselben vorherrschen.

Die Beschaffenheit dieser Basen giebt auch die der Erze an, und da die Kalk-, Thon- und Kieselerde die hauptsächlichsten von den in den Erzen vorhandenen Erden sind, so haben die Hüttenleute eine Eintheilung von jenen in kalkige, thonige und kieselige Erze darauf begründet, um dadurch anzudeuten, welche von jenen Erden darin vorherrscht.

Diese verschiedenen Beschaffenheiten der Erze unterscheiden sich durch folgende Kennzeichen:

Die kalkigen Erze*) veranlassen, wenn man einen Tropfen Säure darauf bringt, ein um so lebhafteres Aufbrausen, jemehr Kalk sie enthalten**).

Die thonigen Erze fühlen sich sanft und seifenartig an und hängen um so stärker an der Zange,

---

*) Die kohlensauren Erze brausen auf, wenn sie mit Mineralsäuren in Berührung kommen, selbst wenn sie weder kohlensauren Kalk, noch andere erdige Carbonate enthalten; ebenso wenig weis't auch die Probe mit einer Säure die Beschaffenheit des Erzes nach. Jedoch sind die Abänderungen der Gattung leicht von andern Erzen zu unterscheiden; unter denselben bildet der Spatheisenstein eine Classe für sich, und die Sphärosiderite können im Allgemeinen als thonig angesehen werden.

**) Man kann zwar jede Säure anwenden, bedient sich aber gewöhnlich der Salpetersäure.

jemehr Thon sie enthalten, und brausen nur dann, wenn sie kalkhaltig sind.

Die kieseligen Erze lassen sich, je nachdem sie pulverisirt worden sind, rauh anfühlen, wie Sand oder zerstoßenes Erz, und brausen mit den Säuren nicht, wenn sie nicht nicht eine gewisse Quantität Kalk enthalten.

Diese Kennzeichen sind selten gehörig geschieden; allein bei einiger Uebung und indem man als Vergleichungpunkt reine kalkige, kieselige oder thonige Substanzen nimmt, erkennt man die vorherrschende leicht.

Diese Angaben reichen im Allgemeinen hin, um als Führer bei der Behandlungsweise zu dienen, die bei verschiedenen Erzen anzuwenden zweckmäßig ist.

Vor Allem ist sehr wichtig zu wissen, ob ein Eisenerz Phosphor enthalte, und man gelangt leicht dahin, indem man folgendermaßen verfährt: Nachdem man eine gewisse Quantität von dem Erze pulverisirt hat, bringt man es in einen Glaskolben und gießt Schwefelsäure hinzu, so daß man ein etwas flüssiges Gemisch erhält; man setzt den Kolben auf heiße Asche oder in ein Sandbad und läßt dir Säure ungefähr eine Viertelstunde kochen. Man verdünnt die Flüssigkeit mit dem Vier- und Fünffachen ihres Gewichts an reinem Wasser und filtrirt das Ganze. Enthält nun das Erz Phosphor, so wird die Flüssigkeit trübe und es fällt nach und nach ein weißes Pulver zu Boden, welches mit Eisen verbundener Phosphor ist. Trübt sich aber die Flüssigkeit nach Verlauf von mehreren Tagen nicht, und giebt sie keinen weißen Bodensatz, so ist das Erz von guter Beschaffenheit und das daraus erfolgende Eisen weich.

Was nun das Vorhandensein von Schwefel betrifft, so erkennt man ihn zuweilen durch die kleinen Krystalle oder Schüppchen von goldgelbem Schwefelkies; ein andermal durch die irisirenden Farben auf

dem Bruche, und jedenfalls, wenn die Kennzeichen fehlen, sowie, wenn sie auch vorhanden sind, durch den Geruch nach verbranntem Schwefel, welchen das Erz verbreitet, wenn man es der Einwirkung des Feuers unterwirft.

Damit das Probiren auf dem trocknen Wege so genau als möglich sei, muß man zuvörderst die Probe nehmen, d. h. Stückchen von allen Theilen der Haufen wählen, um ein Gemenge zu erhalten, welches fast den mittleren Eisengehalt des Erzes darstellt. Man muß darauf alles das von den Stückchen entfernen, welches einige Ungewißheit auf die Resultate werfen könnte. Zu dem Ende müssen die Erzstückchen zerstoßen, wenn es erforderlich ist, in der Siedhitze getrocknet und dann in einem bedeckten Tiegel in der Rothglühhitze calcinirt, oder geröstet werden. Der Verlust beim Trocknen giebt den Gehalt an mechanisch beigemengtem, der Glühverlust den des mit dem Eisen und der Kohlensäure verbundenen Wassers an. Man bemerkt den Gewichtsverlust des Erzes bei diesen beiden Operationen besonders. Der Zweck der Calcination ist der, während der Probe das durch die Gasentwicklung verursachte Aufbrausen zu verhindern.

Das nun auf diese Weise vorbereitete Erz wird in einem gußeisernen Mörser pulverisirt und durch ein Sieb von Seide geschlagen.

Der Zweck der Probe ist: 1. Desoxydation oder Reduction des Erzes; 2. seine Schmelzung und die so vollständig als möglich bewirkte Abscheidung des Metalls. Man reducirt das Erz leicht dadurch, daß man es mit Holzkohle in Berührung bringt, oder es mit derselben vermengt; die Schmelzung und Abscheidung des Metalls erlangt man aber selten ohne einen Zusatz von Substanzen, welche sie befördern und die man Flüsse oder Zuschläge nennt. Unter diesen Sub-

stanzen ist der Borax der stärkste Zuschlag. Er muß vorher calcinirt oder geschmolzen werden, um das Nachtheilige des Aufblähens zu vermeiden, welches er erleidet, wenn er im krystallisirten Zustande angewendet wird. Es folgt alsdann der Flußspath, das gemeine Glas und der reine Kalkstein (Kreide); gewöhnlich wird einer von diesen letztern Flüssen dem Borax zugesetzt.

Reiche Erze lassen sich sehr vortheilhaft mit 0,10 oder 10 Proc. Fluß- oder Kalkspath und mit einer gleichen Quantität calcinirten Borax behandeln. Diese Zusammenstellung des Flusses ist für Magnet und Rotheisenstein. Kieseleisensteine reduciren sich sehr gut mit einem Zusatze von 0,25 Flußspath und 0,25 Kalkspath. Zuweilen ist letzterer allein hinreichend. Dieser Zuschlag ist auch bei Eisenglanz zweckmäßig; reicht er nicht hin, so kann man auch 0,10 Borax zusetzen. Enthalten diese Erze mehr Gangarten beigemengt, so kann der Fluß aus 0,10 Borax, 0,20 Flußspath und 0,20 Kalkspath oder aus 0,10 Borax, 0,10 gestoßenem Glas und 0,25 Kalk bestehen. Diese Flüsse sind für Roth- und Brauneisenstein zweckmäßig.

Bei Bohnerz und Raseneisenstein kann man einen Fluß anwenden, der aus 0,10 Borax, 0,25 Flußspath und 0,25 Kalk besteht. Enthalten diese Erze viel Kalk und viel Thon und wenig Kiesel, so muß man 0,25 gestoßenes Glas und eben soviel Flußspath anwenden.

Spatheisenstein reducirt sich sehr gut mit einem Zusatze von 0,20 bis 0,25 Borax, und diese Flüsse reichen im Allgemeinen für alle leichtflüssige Erze hin.

Bei den Sphärosideriten, die gewöhnlich sehr thonig sind, wendet man mit Vortheil folgende Flüsse an: 0,50 Kalk, 0,25 zerstoßenes Glas, oder auch 0,50 Kalk, 0,50 Borax, oder 0,10 Borax, 0,25 Kalk, 0,25 zerstoßenes Glas.

Diese verschiedenen Zusammensetzungen der Flüsse müssen nicht als unveränderlich angesehen werden, sondern nur als Angaben von Verhältnissen, die für verschiedene Mineralgattungen zweckmäßig sein können. Statt des calcinirten Borax kann man auch eine fast gleiche Quantität zerstoßenes Glas anwenden, obwohl dabei keine so vollständige Reduction erfolgt. Alle diese Materien, sowie auch die Holzkohle, müssen pulverisirt und, wie das Erz, durch ein seidenes Sieb geschlagen werden.

Das Schmelzen der Probe geschieht entweder in einem Gebläse, oder in einem Windofen, dessen Construction als bekannt angenommen werden darf. Der Luftzug wird hier durch die Esse bewerkstelligt; als Brennmaterialien dienen Holzkohlen oder Coaks, die auf einem Roste brennen, über welchem auf einigen eisernen Trägern der Tiegel aufgestellt wird. Die Mündung über dem Schachte ist mit einer eisernen Platte bedeckt, und einige Zoll unter derselben führt ein Canal (Fuchs) aus dem Ofenschachte in die Esse. Das Brennmaterial wird durch die obere Oeffnung hineingeworfen, der Tiegel aber durch eine andere, über dem Roste und in gleicher Höhe mit den Trägern für die Tiegel angebrachte, eingeführt. Ist die Hitze zu stark, so wird der Fuchs durch einen Schieber geschlossen und die Deckplatte auf der Mündung des Ofens geöffnet. Durch die untere Oeffnung kann auch eine Muffel in den Ofen geschoben werden, die alsdann auf den Trägern ruht. Ein solcher Ofen ist daher als ein recht wirksamer Universalofen ohne Gebläse anzusehen, und sehr zweckmäßig in allen Fällen anzuwenden, wo nicht eine große Anzahl von Proben einer und derselben Art gemacht werden muß, indem man dem Ofen dann eine, auf diesen Zweck allein gerichtete, bequemere Einrichtung geben kann. Zuweilen ist es von Wichtigkeit, den Ofen schnell

abzukühlen, und es läßt sich dies bewerkstelligen, wenn man keinen festen Rost anwendet, sondern ihn aus eisernen Stäben bestehen läßt, welche herausgezogen werden können. Noch schneller erreicht man diesen Zweck aber dadurch, daß man einen rahmenartigen Rost auf der einen Seite in Zapfen gehen, ihn also um eine Angel sich drehen und auf der entgegengesetzten Seite auf einer Unterlage ruhen läßt, die man nach Umständen wegziehen kann, so daß der Rost dann senkrecht an seinen beiden Zapfen niederhängt und der ganze Raum im Schachte augenblicklich von Kohlen geleert wird.

Soll ein sehr hoher Grad von Schmelzhitze hervorgebracht werden, so genügen die Tiegelöfen mit einem natürlichen Luftzuge nicht mehr, und man muß alsdann einen Gebläseofen nehmen. Man braucht einen solchen Ofen nur unter einem Rauchfange zu stellen, um die Dämpfe und die erhitzten Gasarten abzuführen. Der Tiegel wird auf eine bloße Unterlage gestellt; das Feuer hält man durch die Ofenwände ganz geschlossen und führt den Windstrom nicht auf einer Seite, sondern durch viele Oeffnungen in den Ofenschacht. Auch die Construction eines solchen sogenannten Sefströmschen Ofens darf als bekannt angenommen werden, da er in jedem guten Laboratorium zu finden ist. Er ist von starkem Eisenblech angefertigt und mit einem Futter von feuerfester Thonmasse ausgefüttert. Durch eine Oeffnung tritt der Wind aus dem Gebläse in den Zwischenraum zwischen dem Schachtfutter und der äußeren Wand des Ofens, verbreitet sich hier gleichmäßig und tritt durch acht Oeffnungen (deren Anzahl vermehrt oder vermindert werden kann) in den Schacht des Ofens. Mit den acht Windöffnungen correspondirende acht Oeffnungen in dem äußern Mantel des Ofens dienen

zum Reinigen der Oeffnungen, wenn diese durch Asche oder durch Unreinigkeiten verstopft sein sollten.

Während der Operation sind sie mit eisernen oder thönernen Stöpseln geschlossen. In einem solchen Ofen kann eine Hitze hervorgebracht werden, in welcher das Stabeisen in Fluß kommt:

Man wendet zu dem Schmelzen entweder hessische oder solche Tiegel an, welche nach einem bestimmten Maße verfertigt sind. Zu diesem letztern nimmt man feuerfesten Thon (sogenannte Charmotte), welche man zu einem Kuchen formt; aus diesem schneidet man etwas mehr als die nöthige Menge mit einem Blechringe und drückt diese in die messingene Form ein, welche man mit Oel einschmiert. Diese Form steht auf einem hölzernen Fuße, welche mit einer kegelförmigen Oeffnung in der Mitte versehen ist. Oberhalb derselben ist eine messingene Platte eingelassen, welche eine kleine, runde Oeffnung für einen Stift des Mönchs hat. Mit demselben drückt man den Thon fest zusammen, wobei ein Theil desselben herausgepreßt wird, den man alsdann mit einen Messer wegnimmt. Man schlägt darauf von unten an die Spitze des Mönchs, der dadurch so lose wird, daß man ihn leicht herausnehmen kann, nimmt darauf die Nonne vom Fuß herunter und drückt den Tiegel heraus, verschmiert dann sorgfältig die Oeffnung mit Thon, durch welche der Stift hindurchging, und läßt nun den Tiegel an einem heißen Orte trocken werden. Diese Tiegel sind sehr bequem, weil man dafür passende Kohlen schneiden kann. Zu diesem Zwecke bringt man an dem Kohlenkasten eine Kurbel an, auf welche man ein Reibeisen von verzinntem Eisenblech steckt. Dieses verfertigt man über einer Holzform, welche genau die Gestalt des Mönchs hat, eine Kappe von Eisenblech aufpassen läßt, in die man mit einem dreikantigen Meißel

Löcher einschlägt. Die Holzform, welche sich nicht herausziehen läßt, dreht man aus. Wenn man die Kurbel herumdreht und ein Kohlenstück, welches sehr wenig größer als die Form ist, hineindrückt, so wird es auf diese Weise genau so abgedreht, daß er in den Tiegel paßt. In diese Kohle bohrt man zuerst mit einem kleinen Bohrer ein Loch, welches man nachher mit einem größeren, der sich in eine mit Schneiden versehene Halbkugel endigt, vergrößert. Dieser Bohrer kann gleichfalls an die Kurbel angesteckt werden.

Die Kohle steckt man in den Tiegel, schüttet in das Loch die Eisenprobe und deckt es zuerst mit einer kleinen Kohle und hierauf mit einer größeren zu, wozu man das Stück, welches man von der abgedrehten Kohle, damit sie in den Tiegel hineingehe, abgeschnitten hat, indem man es auf der andern Seite gleichfalls am bequemsten verwendet.

Wendet man hessische oder feuerbeständige Tiegel an, von verschiedener Form, so nimmt man feingesiebtes Kohlenpulver, feuchtet es mit etwas Wasser an, so daß es zusammenbackt, und drückt es alsdann in den Tiegel fest hinein. Dies gelingt aber nur dann gut, wenn man das Kohlenpulver in kleinen Portionen einträgt. In der Mitte der Kohle bohrt man alsdann mit einem Messer, dessen vorderes Ende einen Halbkreis bildet, ein rundes Loch von derselben Größe und Tiefe, wie das Loch, polirt die Wände dieses Lochs mit einem recht glatten Pistill, schüttet die Probe hinein und bedeckt diese gleichfalls mit Kohlenpulver, welches man fest zusammendrückt. Für die Erlangung einer hohen Temperatur ist es wichtig, Kohlen von einer bestimmten Größe zu haben, damit weder durch zu enges Zusammenliegen der Zug verstopft werde, noch durch zu loses Aufeinanderliegen zu große Zwischenräume entstehen und kalte, unver-

brannte Luft zum Tiegel gelangen könne. Kohlen von gehöriger Größe verschafft man sich, indem man Holzkohlen mit der Kohlenscheere ungefähr in Stücke von der nöthigen Größe zerschneidet. Der eine Arm der Kohlenscheere, welcher im rechten Winkel gebogen ist, ist an den sogenannten Kohlenkasten angeschraubt, wogegen man den andern Arm mit der Hand faßt. Die Schneiden sind zwei Halbkreise, welche, wenn die Scheere zusammengelegt ist, sich nicht ganz berühren. Der bewegliche Arm ruht nämlich auf einem Vorsprunge des Arms, welcher im rechten Winkel gebogen ist. Man kann auf diese Weise, wenn man die Kohle zwischen die Schneiden gelegt hat, sie mit einem Ruck zertheilen, ohne daß viel Kohlenstaub entsteht. Die zerschnittenen Kohlnn nimmt man aus dem Kasten heraus, indem man die vordere Wand desselben herunterklappt; sie werden auf ein Sieb geworfen, dessen quadratische Oeffnungen $1\frac{1}{4}$ Zoll betragen, und das auf einem andern Siebe steht, welches Oeffnungen von $\frac{5}{8}$ Zoll hat. Auf diesem zweiten Siebe bleiben die Kohlen von der passenden Größe zurück. Sehr zweckmäßig ist es, das Sieben etwas lange fortzusetzen, damit die Kohlen ihre scharfen Kanten verlieren.

In dem Windofen hat das Erhitzen der Tiegel weiter nichts Schwieriges; im Gebläseofen setzt man sie auf einen feuerfesten Stein. Zuerst wirft man taube und darüber glühende Kohlen hinein, damit sie langsam anbrennen. Nach einer halben Stunde läßt man das Gebläse wirken. Von Zeit zu Zeit muß man das Heruntersinken der Kohlen mit einem eisernen Stabe zu befördern suchen, damit sich keine hohlen Räume bilden.

Die Quantität des Erzes, mit welcher man operirt, kann 10—20 Grammen betragen; selten wendet man jedoch in einem gefutterten Tiegel mehr

als 10 Grammen an. Nachdem man Erz und Fluß genau abgewogen hat, vermengt man beides vollkommen miteinander und macht mit Baumöl einen etwas festen Teig daraus. Man thut das Ganze in die Spur des Tiegels. Man bringt einen, oder gewöhnlich mehrere Tiegel in einen stark ziehenden Ofen. Nachdem die Proben einer halb- bis dreiviertelstündigen um so höhern Temperatur ausgesetzt gewesen sind, je härter das zu probirende Erz war und je schwerer es sich zu Pulver zerreiben ließ, ist die Operation gewöhnlich beendigt, und man findet auf dem Boden der Spur ein oder mehrere Metallkügelchen, welche aus Roheisen bestehen, sowie verglas'te, Schlacken genannte Materien, welche von den Erden herrühren, die dem Erze beimengt waren, oder die der Zuschlag enthielt.

Der Charakter einer guten Probe besteht darin, daß das Metall nur eine einzige Kugel bilde, die man alsdann König nennt; daß die Schlacke gut verglase, daß sie aber nicht schwarz sei, weil sie sonst eine zu große Menge Eisenoxyd aufgelös't enthält, und der Metallgehalt dadurch vermindert worden ist. Dieser Nachtheil zeigt sich hauptsächlich, wenn die Kieselerde in dem Gemenge vorherrscht, und alsdann muß man die Probe wiederholen, indem man etwas mehr Kalk zuschlägt. Die Probe wird niemals mißrathen, wenn die den Fluß befördernden Zuschläge so gewählt sind, daß man eine vollkommen flüssige Schlacke erhält, und wenn man sich auf die Heizkraft des Ofens verlassen kann. Das Eisen reducirt sich ungleich früher, als es schmilzt. Deßhalb müssen die Zuschläge von der Art sein, daß die Reduction des oxydirten Eisens im Tiegel schon erfolgt ist, ehe das Gemenge in Fluß kommt, weil sonst durch die Gasentwickelung bei der Reduction die flüssige Masse in eine sprudelnde Bewegung geräth, wodurch das

Resultat der Probe unrichtig wird. Ungleich größer ist aber der Nachtheil, wenn die Schlacke so steif bleibt, daß sie auch in der Schmelzhitze des Eisens noch nicht in Fluß kommt, weil die Eisenkörnchen dann, in der Schlackenmasse zerstreut, sich nicht zu einem Korne ansammeln können. Einem solchen mangelhaften Erfolge der Probe läßt sich jederzeit durch ein größeres Verhältniß von den Fluß befördernden Zuschlägen abhelfen; häufig reicht aber auch eine länger anhaltende Hitze schon hin, um die Schlacke in einen ganz flüssigen Zustand zu versetzen. Schwieriger sind die Eisenproben mit Erzen, in welchen das Eisenoxyd mit Kieselerde verbunden ist, und die Schlackenproben. Jene Erze, sowie die an Eisenoxydul reichen Schlacken, sind sehr leichtflüssig; sie verdanken aber ihre Leichtflüssigkeit dem oxydirten Eisen und werden in demselben Verhältnisse strengflüssiger, als sich das Verhältniß des oxydirten Eisens durch die Reduction vermindert. Es läßt sich daher aus den Eisenschlacken der ganze Metallgehalt, ohne zweckmäßige Flußzusätze, auf keine Weise darstellen, und man muß eine solche Probe eben so behandeln, als ob man das strengflüssige Erz zu reduciren hätte. Deßhalb erfordern auch alle Erze, in welchen das oxydirte Eisen entweder chemisch mit Kieselerde verbunden ist, oder welche Kieselerde mechanisch beigemengt erhalten, eine sehr starke und anhaltende Hitze zur vollständigen Reduction. Die Zuschläge müssen aber so gewählt sein, daß sie für die Kieselerde die Stelle des oxydirten Eisens vertreten können. Für solche Erze, sowie für Frischschlacken, würde sogleich ein Zuschlag von Flußspath oder von Borax unzweckmäßig sein, weil zwar die Verschlackung, aber nicht die Reduction, dadurch befördert werden würde. Der beste Zuschlag besteht in Kalkstein, indem die Kalkerde mit der Kieselerde in Verbindung tritt und die

Verschlackung des Eisens verhindert. Dem sich bildenden Kalkerde-Silicate muß aber durch einen zweiten Zusatz eine größere Flüssigkeit ertheilt werden, wozu der Flußspath am meisten geeignet ist. Da es nun aber wenig Eisenerze giebt, die nicht mit Kieselerde oder auch mit Thon (Thonerde-Silicat) wenigstens mechanisch verunreinigt wären, so sind die Zuschläge von Kalk und von Flußspath, mit sehr wenigen Ausnahmen, für alle Eisenerze und Eisenschlacken anwendbar. Nachdem die Schmelzung der Probe vollendet worden ist, trennt man den König sehr sorgfältig von den daran hängenden Schlacken, und wägt ihn, um das Verhältniß zu bestimmen, welches zwischen seinem und dem Gewichte des angewendeten Erzes existirt.

Das Resultat der Probe ist ein Roheisenkorn, welches fast immer graues Roheisen sein wird, wenn die Probe lange in starker Hitze gestanden hat. Nur diejenigen Erze, welche Phosphorsäure oder Beimengungen von Schwefelkies enthalten, sind sehr geneigt, ein weißes Roheisenkorn zu geben, obgleich sich das weiße Roheisen durch starke Hitze auch in graues umändert. Aus der mehr oder weniger spröden Beschaffenheit des Roheisenkorns auf die Güte des aus den Erzen darzustellenden Eisens schließen zu können, ist eine irrige Voraussetzung, weil die Sprödigkeit häufig nur eine Folge des Zustandes ist, in welchem sich das Eisen mit der Kohle verbunden hat. Noch weniger kann daher die Farbe des Roheisenkorns über die Güte des Eisens entscheiden, indem sie fast immer nur von dem Grade der Hitze abhängt, bei welchem die Probe reducirt und geschmolzen ist.

Die Eisenerzproben geben nur den Roheisengehalt des Erzes an, aber nicht den Gehalt an reinem Eisen. Wenn es den Proben nicht an Hitze gefehlt hat, so findet sich in der Schlacke kaum eine Spur

von Eisenoxydul. Der durch die kleine Probe ausgemittelte Metallgehalt kann daher, wenn man wirklich eine richtige Durchschnittsprobe genommen hat, mit dem Ausbringen beim Verschmelzen der Erze im Großen sehr genau übereinstimmen. Häufig ist sogar das Ausbringen beim Verschmelzen in den Hohöfen größer, als der wirkliche Roheisengehalt, den die Erzprobe angiebt, weil das Eisen, außer der Kohle, auch noch Silicium annimmt. Die Eisenprobe hat daher selten den Zweck, das Ausbringen bei den Schmelzarbeiten im Großen zu controliren, sondern sich nur vorläufig von dem Roheisengehalte des Erzes zu unterrichten.

Nur bei solchen Schmelzprocessen, bei welchen absichtlich ein bedeutender Theil des Eisengehaltes verschlackt wird, würde die kleine Probe den Metallverlust anzeigen können, den man durch das gewählte Arbeitsverfahren erleidet.

Um den reinen Eisengehalt des Erzes zu erfahren, würde man entweder das Erz selbst analysiren, oder das durch die Erzprobe erhaltene Roheisenkorn auf den Eisengehalt untersuchen müssen. Diese Untersuchungen sind theils mühsam, theils schwierig und für die Praxis durchaus zwecklos; deßhalb sind sie auch gar nicht ein Gegenstand für die eigentliche Probirkunst. Weil ein außerordentlich geringer Schwefelgehalt das Eisen schon ganz unbrauchbar macht, indem es demselben die Schmelzbarkeit raubt, so werden die Erze, welche Schwefelsäure enthalten, von den Metallurgen sorgfältig vermieden. Es läßt sich indeß eine geringe Beimengung von Schwefelkies oft gar nicht verhindern. Daher ist es wichtig, das Verhalten der Alkalien und Erden gegen das Schwefeleisen zu kennen, weil bei der Verschmelzung der Erze fast immer Kalkerde zugegen ist. Nicht bloß die Alkalien, sondern auch die Erden (Kalkerde, Bitter-

erde, Schwererde und Strontianerde) zersetzen das Schwefeleisen, wenn sie in zureichender Menge angewendet werden, ganz vollständig, und zwar in der Art, daß sie den Schwefel und den Sauerstoff gegen einander austauschen. Dieser Austausch findet nicht statt, wenn die Erden mit Kieselerde verbunden sind, wenigstens dann nicht, wenn sie in einem geringern Verhältnisse zugegen sind, als zur Bildung eines einfachen Silicats erforderlich ist. Wirklich wird durch die Kalkerde auch ein Theil des Schwefels in die Schlacke geführt; allein eine vollständige Entschwefelung läßt sich nicht bewerkstelligen, weil man aus andern Gründen kein großes Uebermaß von Erden beim Verschmelzen der Eisenerze im Großen anwenden darf.

Das Phosphoreisen verhält sich ebenso, wie das Schwefeleisen. Es wird durch Alkalien und Erden theilweise sehr leicht, und bei einem großen Uebermaße sogar vollständig zersetzt; aber das Erdensilicat vermag die Zersetzung nicht zu bewirken. Wenn umgekehrt ein schwefelsaures oder phosphorsaures Salz, bei welchem die Säure an ein Alkali oder an eine Erde gebunden ist, mit Silicaten und mit oxydirtem Eisen und mit Kohle geschmolzen wird: so bemächtigt sich das Eisen eines Theils des Schwefels oder des Phosphors, indem er einen Sauerstoff an das Metall des Alkali's oder der Erde abgiebt. Dieser Erfolg tritt selbst dann ein, wenn die Kohle in so großer Menge vorhanden ist, daß nicht bloß das schwefelsaure und das phosphorsaure Salz, sondern auch das oxydirte Eisen vollständig reducirt werden könnte. Deßhalb sind Gyps, Schwerspath und Apatit sehr gefährliche Begleiter für die Eisenerze.

Vorbereitung der Erze.

Sowie bei den Proben, so müssen auch die im Großen zu Gute zu machenden Erze gewisse mechanische Operationen erleiden, die den Zweck haben, entweder die fremden und schädlichen Materien soviel als möglich zu entfernen, oder um die Erze zur Reduction und Schmelzung vorzubereiten. Diese Operationen sind das Scheiden, das Waschen, das Rösten, das Pochen und das Abliegen an der Luft.

Scheiden und Abliegen.

Die Aufbereitung der Eisenerze ist einfacher, als die aller andern Erze; sie besteht nur in einer Handscheidung und in der Klaubarbeit, welche aber auch der Kosten wegen nicht zu complicirt sein dürfen. Das Pochen, als Mittel zur Aufbereitung, findet gar nicht bei den Eisenerzen statt, weil dadurch nur in sehr wenigen Fällen das Erz zu taubem Gestein getrennt werden kann, und das Feinpochen der Eisenerze in den meisten Fällen unanwendbar ist. Schon bei der Gewinnung muß man auf eine möglichst scharfe Trennung des Erzes von der Gang- oder Gebirgsart sehen. Oft wird indeß auf der Halde noch eine Handscheidung vorgenommen, theils um taubes Gestein wegzustufen, theils um eingesprengten Schwefelkies oder taubes Gestein auszuhalten. Ist die Gebirgsart von der Art, daß sie durch langes Liegen an der Luft mürbe wird, so spart man die Kosten der Scheidung und läßt die Erze abliegen. Dies ist besonders bei allen Thoneisensteinen nothwendig, indem der Schieferthon oder auch der zähe, weiche Thon so genau mit dem Eisenerze verbunden sind, daß eine Scheidung sehr bedeutende Kosten ver-

ursachen würde. Vorzüglich müssen die mit Schieferthon sehr fest verwachsenen Erze sehr lange liegen bleiben, ehe sie zur Hütte gefahren werden. Bei den bisherigen Erzen ist dies Abliegen bei der Luft unerläßlich, ebenso für diejenigen, welche kohlensaure Kalkerde enthalten. Es erfolgt dadurch eine Zersetzung des Schwefelmetalls oder der kohlensauren Talkerde, welche darauf durch die Feuchtigkeit weggeschafft werden, und es wird dadurch nicht allein die Röstung erleichtert, sondern auch ein besseres Eisen erzielt. Das Abliegen kann vor und nach der Röstung erfolgen.

Das Waschen.

Diese Operation wird 1) bei den erdigen Oxyden, d. h. bei sandigen, körnigen, und bei Rasenerzen, und 2) auch bei gewissen eigentlichen Eisensteinen oder festen Erzen angewendet, um sie von den erdigen Theilen zu befreien, mit denen sie verunreinigt, und welche der Schmelzung hinderlich und nachtheilig sind. Wenn die Erden nur wenig anhängen, so erfolgt das Waschen in Sümpfen mit Menschenhänden. Hängen sie aber fest an, wie dieses bei den Bohnerzen der Fall ist, die im Thone vorkommen, so muß man das mechanische Waschen anwenden. Wenn endlich die Erze eine zu harte Gangart haben, um sie durch die Wirkung des Wassers allein trennen zu können, oder wenn sie felsig (steinig) und blasig sind, so muß man sie vorher zerkleinern.

Werden nun Menschenhände zum Waschen angewendet, so nimmt man die Arbeit gewöhnlich in hölzernen Trögen vor und läßt das Wasser nach Belieben hinzuströmen. Das Rühren und Umwenden der Erze geschieht in dem obersten Troge mit hölzernen

Rechen, und zwar so lange, bis daß sie gehörig gereinigt sind. Die erdigen Theile, welche das Wasser suspendirt erhält, werden oben weggeführt, während die schweren Erze auf dem Boden liegen bleiben. Zur Fortsetzung und Vollendung des Waschens, werden die Erze darauf in einen zweiten und zuweilen auch in einen dritten Trog gebracht, worauf man sie mit einer Schaufel herausnimmt und sie gehörig abtrocknen läßt.

Das mechanische Waschen geschieht in einem Waschwerk oder Waschmaschine. Sie besteht aus einer hölzernen, mit eisernen Schaufelarmen versehenen Welle, die durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt wird, ferner aus einer cylindrischen, hölzernen oder gußeisernen Troge, in welchem die Schaufelarme wirken. Von diesem Troge geht von der einen Seite und von oben ein Canal aus, der das Wasser zuführt. An derselben Seite und in derselben Höhe, oder etwas niedriger, befindet sich ein anderer Canal, der das lehmige Wasser von den Erzen abführt. An dem Boden der entgegengesetzte Seite des Troges ist eine Thür angebracht, welche die Verbindung mit dem untern Troge herstellt, der seinerseits auch mit einer Ablassung versehen ist, um das zum Waschen benutzte Wasser in den Untergraben des Rades abzuführen.

Das Verfahren bei dem Waschen ist folgendes: Nachdem das rohe Erz bis zum Rande des Troges an der dem Kasten entgegengesetzten Seite geschafft worden ist, setzt man das Rad in Bewegung und läßt Wasser einfließen. Darauf wirft der Arbeiter nach und nach die zu einer Operation erforderliche Erzmenge in den Trog. Die Arme und die Schaufeln rühren und theilen das Erz; das fortwährend hinzuströmende Wasser nimmt die erdigen Theile auf und fließt damit ab. Nach einem längeren oder kürzeren Zeitraume

je nachdem die Erze mehr oder weniger erdig sind, öffnet der Arbeiter, nachdem er das Waschen für hinlänglich erachtet hat, die Thür am Boden des Troges, worauf das Erz von dem Wasser in den Kasten oder das Bassin geführt wird, dessen Schütze verschlossen ist. Dort rührt man es zur Vollendung des Waschens um, sammelt es darauf am oberen Theile von der Sohle des Bassins, läßt das Wasser ab und wirft das Erz auf den Rand, um es ablaufen und abtrocknen zu lassen. Der Gewinn an gewaschenem Erze ist natürlich verschieden; gewöhnlich beträgt er aber $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ von dem rohen.

Um Erze mit harter Gangart oder felsige Eisensteine, welche mit Erde verunreinigt sind, zu zerkleinern, unterwirft man sie der Einwirkung eines Pochhammers, oder eines Pochwerks, oder der eines Walz- oder Quetschwerks. Es ist in diesem Falle vortheilhaft, Poch- und Waschwerk mit einander zu vereinigen.

Die Stempel spielen in einem Troge, dessen Sohle mit einer gußeisernen Platte versehen ist, und vor ihnen befindet sich ein Rost, der nur das zerstoßene Erz durchläßt. Ein geneigter, offener Graben setzt den Pochtrog mit den beiden Wassertrögen in Verbindung, und das gepochte Erz wird mittelst des Wassers fortwährend in diese hineingeführt.

Man läßt zuvörderst in einen von den Waschtrögen das zu einer Operation erforderliche rohe Erz hineingelangen, und während es gewaschen wird, füllt man den zweiten Trog. Auf diese Weise geht die Aufbereitung ununterbrochen fort.

Bei festen, felsigen Erzen müssen die Stempel mit gußeisernen Pocheisen versehen sein, damit sie schwer seien. Bei erdigen, agglomerirten Erzen aber braucht das untere Ende der Stempel nur mit einer gußeisernen Platte versehen zu sein, die mittelst Nägel

mit sehr hervorstehenden Köpfen befestigt ist, damit die Körner nicht zerquetscht werden.

Die zweckmäßigste Geschwindigkeit beträgt 12 bis 15 Umgänge der Wasserschwelle in einer Minute und 20 bis 30 Hübe für jeden Pochstempel in derselben Zeit.

Zur Bedienung des Poch- und Waschwerks sind zwei Arbeiter und außerdem einige Tagelöhner zum Herbeischaffen und Fortbringen der Erze erforderlich.

In einem solchen, entweder durch Handscheidung, oder durch Abliegen und durch Klaubarbeit, oder durch Waschen von den fremden Theilen möglichst gereinigten Zustande werden die Eisenerze dem Hüttenmann zur weiteren Verarbeitung übergeben.

Das Rösten.

Sind die Erze zur Hütte abgeliefert, so werden sie zuvörderst dem Rösten unterworfen. Nur die milden und nicht steinigen Erze brauchen nicht geröstet zu werden; man muß sie aber unter dem Dache aufbewahren, oder sie vor dem Gebrauche trocknen, damit sie das Wasser, welches sie durch ihr Liegen in der freien Luft absorbiren, nicht in den Hohofen bringen. In regnichten Zeiten ist dies eine nothwendige Vorsicht. Werden die gerösteten Erze nicht sogleich verschmolzen, so müssen sie ebenfalls im Trocknen aufbewahrt werden.

Die zu röstenden Stücke dürfen nicht zu groß sein, indem sie sonst einen rohen Kern behalten, der, wenn er auch durchgebrannt werden sollte, ein Verschlacken der äußern Theile veranlassen würde. Die Größe hängt von der Beschaffenheit der Erze ab, darf nie mehr als $\frac{1}{4}$ Cubikfuß betragen.

Kiesige Erze darf man nicht mit solchen, die nicht von Schwefelkies durchdrungen sind, zusammen rösten,

weil sonst die sich entwickelnde Schwefelsäure die ganze Masse durchdringen würde. Der Hitzegrad richtet sich im Allgemeinen nach der Zusammensetzung und der Härte der Erze; bei den reinen Oxyden, sowie bei denen, die nur mit einem geringen Erdegehalt vermengt sind und sich in der Temperatur, die man oft bei den Thoneisensteinen anwenden muß, verglasen würden, darf sie nur gering sein.

Der Verlust, den die Erze beim Rösten erleiden, hängt von der mit ihnen verbundenen oder vermengten Kohlensäure und Wassermenge ab. Der Magneteisenstein nimmt 2 und 3 Procent an Gewicht zu, da er einen höhern Oxydationsgrad erlangt.

Die Röstung geschieht entweder ganz im Freien, oder zwischen Mauern, oder in einem Ofen. Der erste von diesen Processen ist einfach, aber unvollkommen. Nachdem der Boden geebnet ist, belegt man ihn zuerst mit einer Schicht Holz, kleinem Holz oder groben Steinkohlen, worauf abwechselnde Schichten von Erz und Brennmaterial folgen; zu den obern Schichten kann man auch unbedenklich die kleinen Steinkohlen benutzen. Die Stärke der Erzschichten hängt von der Qualität des Brennmaterials, sowie auch von dem Hitzegrade ab, den die Erze, ohne sich zu verschlacken, ertragen können, und muß durch die Erfahrung bestimmt werden. Auch die Größe der Röfthaufen ist sehr verschieden; die größeren gewähren Brennmaterial-Ersparung.

Will man die Erze bloß trocknen, so schichtet man sie ebenfalls mit etwas Kohlenlösche oder mit Holzreisig auf.

Zur Brennmaterial-Ersparung und um einen mehr gleichförmigen Hitzegrad zu geben, umgiebt man die Röststätte auf den dreien, dem Winde am meisten ausgesetzten Seiten mit Mauern, und auf diese Weise vermeidet man es, daß sich die dem Zuge ausgesetz-

ten Erze verschlacken, ehe das Rösten vollendet ist. Die Sohle solcher Röststätten oder Röststadeln ist gepflastert, man bedeckt sie mit Holz, Holzabfällen, Quandel oder Steinkohlen und läßt dann abwechselnde Schichten von Erz und Brennmaterial folgen. Hin und wieder verschließt man auch die vierte Seite mit einer Mauer.

Kann man die Röststadeln am Abhange eines Berges anlegen, so wird dadurch das Eintragen sehr erleichtert; jedoch muß die Sohle der Stadeln immer horizontal sein. Zuweilen sind die Mauern 10 bis 12 Fuß hoch. Auf einer von den vier Seiten bringt man eine Thür an, die während des Röstens versetzt oder vermauert wird. Durch diese Oeffnung gelangt man in den Raum, sowohl um die ersten Schichten des Brennmaterials und des zu röstenden Erzes einzutragen, als auch, um das geröstete Erz auszuziehen.

Wenn die Erze ein starkes Röstfeuer vertragen können oder kiesig sind, so muß man einen starken Luftzutritt erhalten. Zu dem Ende bringt man auf den vier Seiten Oeffnungen an, die man auch zu gleicher Zeit zur Regulirung des Feuers benutzen und sie nach Belieben verschließen kann. Die Gestalt der Stadeln ist beliebig, sie kann eben so gut rund, als viereckig sein.

Die Dauer des Röstens richtet sich nach der Größe der Stadeln und beträgt 8 und mehrere Tage. Das Anzünden des Brennmaterials kann oben, in der Mitte, oder unten geschehen. Die größten Erzstücken kommen in die unterste Schicht, die kleinern mehr in die obere, ganz oben das Röstklein. Wo ein feuchter Boden ist, muß man unter die Sohle Abzüchte anbringen.

Zuweilen bringt man mehrere Stadeln nebeneinander an, die bloß durch eine Scheidewand getrennt

sind. Besser ist es jedoch, nur zwei größere zu haben, von denen die eine im Betriebe ist, während man aus der andern die Erze herauszieht; es wird dadurch Brennmaterial erspart.

Das Rösten im Ofen entspricht den Bedingungen einer guten Vorbereitung und den ökonomischen Rücksichten am besten, gewährt auch außerdem noch den Vortheil, daß die Operation stets fortgehen kann. Daher sind die schachtförmigen Röstöfen jetzt allgemein, besonders auf den größten Hüttenwerken, in Anwendung, weßhalb wir näher davon reden wollen.

Die Formen und die Dimensionen dieser Oefen sind, nach der Beschaffenheit und nach der Qualität der zu röstenden Erze, verschieden, sie haben entweder die Gestalt eines abgestumpften Kegels, wie Fig. 3 und 4, Taf. 1, oder eine eiförmige, wie Fig. 1 und 2, Taf. 1, oder eine aus einem Cylinder und aus einem kegelförmigen Raume bestehende Form. Die Dimensionen wechseln von 6½ Fuß bis 18 Fuß die Höhe, von 2½ Fuß bis 3¼ Fuß der Durchmesser an der Sohle, von 5¾ Fuß bis 11 Fuß Durchmesser in der Gicht.

Die Dimensionen haben einen großen Einfluß auf die Resultate. In den großen Oefen erfolgt die Röstung regelmäßiger und schneller, weil die Erze einer höhern und zugleich besser graduirten Temperatur unterworfen sind. Auch gewähren sie eine bessere Brennmaterialien- und eine Ersparung an Arbeitslöhnen.

Wir wollen die Oefen Fig. 1 bis 4, Taf. I., etwas näher betrachten. Fig. 1 und 2, erstere ein senkrechter, letztere ein horizontaler Durchschnitt. **cc** Rost, auf welchem Brennmaterial und Erz ruhen. **aa** Canal, durch welchen Luft eingeführt wird, der aber mit einem Register versehen ist, um den Luftzug

vermehren oder vermindern zu können. o und o sind die beiden Oeffnungen zum Herausziehen der gerösteten Erze, welches mit dem Haken Fig. 6 geschieht. Die Brechstange Fig. 5 wird zum Arbeiten in dem Ofen, zum Reinigen des Rostes rc. angewendet.

Fig. 3 ist ein senkrechter und Fig. 4 ein horizontaler Durchschnitt des kegelförmigen Ofens. m m sind die Oeffnungen zum Herausziehen der gerösteten Erze.

Wenn die Oefen große Dimensionen haben, so müssen sie oben zusammengezogen sein, um die Hitze besser in sich zu halten, und dies ist besonders bei harten Erzen nöthig, die ohnedem unvollkommen geröstet werden würden.

Für weichere und leichtflüssigere Erze, wie Spatheisenstein und Sphärosiderit, sind die conischen oder cylindrischen Oefen zweckmäßiger, weil man alsdann das Verglasen der Oberflächen der Erzstücken weniger zu befürchten hat.

Das Verfahren bei dem Rösten ist sehr einfach und die dabei anzuwendenden Brennmaterialien können in Holzkohlen, in Steinkohlen, oder in Holz bestehen. Man kann mit denselben auch ein Viertel oder ein Fünftel des Volums kleine Coaks, die beim Vercoaken fallen und beim Schmelzen nicht anzuwenden sind, vermengen.

Nachdem der Ofen vorher sehr vollkommen getrocknet worden ist, bringt man auf die Sohle trockenes Holz und Reisig, die man bis auf 19 bis 30 Zoll Höhe sorgfältig aufschichtet. Auf dieses Holz bringt man eine Schicht kleiner Steinkohlen oder von Holzkohlengestübbe, die zu nichts Anderm benutzt werden kann, und macht sie ungefähr 2—2¼ Zoll hoch. Auf diese Kohlengestübbeschicht breitet man eine Schicht Erz von fast derselben Stärke aus, über diese wieder eine Brennmaterialienschicht, und fährt nun mit sol-

chen Schichten bis zur halben Höhe des Ofens fort. Nun zündet man das untenliegende Reisholz an, und wenn das Feuer in der obersten Schicht zu erscheinen beginnt, so füllt man den übrigen Theil des Ofens bis zur Gichtöffnung aus.

In dem Verhältnisse, als die Röstung vorschreitet, zieht man das Erz aus den untern Oeffnungen, und da die ganze Füllung des Ofens sich senkt, so giebt man oben durch die Gicht wiederum Brennmaterial und Erz auf, um ihn stets voll zu erhalten.

Wendet man Holz zum Rösten an, so muß man die Aeste benutzen, welches zu dem Ende in kurze Stücken zerschnitten werden. Man füllt den Ofen auf eine ähnliche Weise und müssen die Holzschichten, mit Ausnahme der ersten, eine Stärke von 4—6 Zoll und die Erzschichten eine Stärke von 10—12 Zoll haben. Weiche oder bröckliche und leichtflüssige Erze können mit Reisholz geröstet werden; allein alsdann müssen die Erz- und Brennmaterialschichten eine fast gleiche Stärke haben.

Der Röstarbeiter muß dahin sehen, daß die Schichten gleichförmig niedergehen, und daß auch die Wirkung des Feuers gleichförmig sei. Ist dies nicht der Fall, so fährt er mit einem langen Spieße hinein, um den Niedergang zu bewirken und das Feuer an dem Puncte besonders lebhaft zu machen. Ist dies letztere an gewissen Puncten zu lebhaft, so bedeckt man es mit Erz.

Das aus dem Ofen kommende Erz wird durch ein Rätter oder grobes Sieb geworfen, um Asche und Staub davon zu trennen. Ein auf der Sohle der Oefen befindlicher Rost macht diese Operation unnöthig; allein die Röstung ist schwieriger zu leiten, da ein solcher Ofen mit einem Roste einen zu starken Zug hat und die Erze häufig zusammenfrittet.

Um die Reste von zerfallenem Thoneisensteine zu rösten, vermengt man sie mit andern Erzen zu einem steifen Teige, macht Ziegelsteine daraus, die man trocknet und dann in den Röstofen bringt.

Die durch das Sieb gefallenen Stückchen und den Staub vermengt man mit etwas steifer Kalkmilch und bildet aus dem Teige ebenfalls Ziegelsteine, die, wenn sie gut getrocknet sind, zu einem Zehntel oder einem Zwölftel der Hohofenbeschickung zugesetzt werden können.

In einem eiförmigen Ofen zu Laroulte in Frankreich röstet man im Durchschnitte in 24 Stunden und in jedem Ofen 250 Centner dichten und ochrigen Rotheisenstein. Man verbraucht dazu 4—4½ Proc. von dem Gewichte des Erzes Staubkohlen und kleine Coaks. Bei einem etwas lebhaften Betriebe kann man in einem Ofen täglich bis über 300 Centner rösten, und der Kohlenverbrauch beläuft sich dabei auf 5 Procent.

Auf der Hütte zu Vienne im französischen Isère-Departement wurden dieselben Erze in einem conischen Ofen von mittleren Dimensionen geröstet und veranlaßten einen Kohlenaufwand von 7—8 Proc. und bei einem täglichen Röstquantum von 170—190 Centner.

In den Oefen in Süd-Wales röstet man Sphärosiderite. In jedem können in 24 Stunden 380—420 Centner geröstet werden, und der Steinkohlenaufwand beträgt ebenfalls 4—5 Procent.

Der passendste Platz für die Röstöfen ist die Plattform, welche mit der Gicht der Hohöfen in einem Niveau liegt, welches jedoch nur da möglich ist, wo die letztern an einem Gebirgsabhange angelehnt sind. Man stellt sie alsdann neben oder hinter die Hohöfen, je nachdem das Terrain es gestattet. Ueberall

aber ist es vortheilhaft, zum Transport der Erze kleine Eisenbahnen vorzurichten.

Das Pochen der Erze.

Das Pochen hat den Zweck, den Eisenstein zu zerkleinern, damit Reduction und Schmelzung erleichtert und vollständiger werden. Die Stücken müssen um so kleiner werden, je niedriger die Ofen sind, und ihre Größe geht von der einer Nuß bis zu der eines Eies. Ein Pochen zu Staube muß vermieden werden, weil dadurch sehr viel verloren geht, obwohl man den sogenannten kleinen Eisenstein recht gut benutzen kann.

Das Pochen geschieht nach dem Rösten, nicht allein, weil durch diese Operation der Zusammenhang und die Festigkeit der Erze vermindert wird und sie daher leichter zerkleinert werden können, sondern auch, weil die Gangart, welche sie noch enthalten, sich noch davon trennt, welches für die Schmelzung von Wichtigkeit ist. In dieser Beziehung ergänzt das Pochen das Ausschlagen.

Man zerkleinert die Eisenerze mittelst Handhämmern, mittelst Pochstempeln, welche durch Menschenhände, sowie mittelst Pochwerken oder mittelst Walzen, welche beide durch Maschinenkräfte bewegt werden. Das Zerpochen durch Menschenhände verdient, obgleich es theurer ist, den Vorzug, weil es ein sorgfältigeres Aushalten gestattet.

Von den Zuschlägen oder Flußmitteln.

Nur sehr wenige Eisenerze können ohne allen Zusatz, für sich allein, im Großen mit Vortheil zu Gute gemacht werden, d. h. ein Metall von guter Qualität und in so großer Quantität ausbringen, als es

ihre Beschaffenheit erlaubt und mit dem möglichst geringen Kostenaufwande an Brennmaterial.

Um zu diesem Resultate zu gelangen, muß man, wie bei den Proben, Zuschläge anwenden, die gewöhnlich aus erdigen Substanzen und zuweilen aus verglas'ten Materien oder in Schlacken (Frischschlacken) bestehen.

Die Zuschläge, deren man sich beim Beschicken der Eisenerze bedient, haben den Zweck, entweder die in zu großer Menge in der Gattirung befindliche Kieselerde durch quarzige Zuschläge zu ersetzen, oder auch wohl durch Bildung von mehreren oder zusammengesetzten Silicaten die Verschlackbarkeit der Erden zu erhöhen. Jede Art von Eisenerzen erfordert daher besondere Zuschläge, sowohl der Menge, als der Beschaffenheit nach. Erze, z. B., die keine Kieselerde, sondern bloß Thonerde, Kalkerde oder Talkerde in ihrer Mischung enthalten, verlangen Zuschläge von Kieselerde. Ist die Menge der Thonerde überwiegend, so müssen solche Zuschläge gewählt werden, bei welchen sich die Schlacke mehr einem Silicat, als einen Bisilicat nähert. Enthalten die Erze mehr Kalk- und Talkerde als Thonerde, so wählt man die Zuschläge in der Regel so, daß sich die Schlacke am mehrsten der Zusammensetzung eines Bisilicats nähert, obgleich sie, bei einem großen Gehalte an Kalkerde, auch schon ein Trisilicat sein kann. Erze, die viel Manganoxyd enthalten, müssen immer so beschickt werden, daß die Schlacke ein Trisilicat wird, damit sie nicht zu leichtflüssig ausfalle. Eisenerze mit einer überwiegenden Menge von Kieselerde sind immer sehr leichtflüssig und zur Verschlackung geneigt; sie müssen daher Kalksteinzuschläge erhalten, um sie strengflüssiger zu machen. Enthalten sie außer der Kieselerde auch Thonerde, so leistet der reine Kalkstein die besten Dienste. Sind sie aber von Thonerde ganz frei, so

kann ein thonhaltiger, unreiner Kalkstein wirksamer sein. Die Quantität des Zuschlags muß für jedes in seinem Verhalten noch nicht bekannte Erz durch Probeschmelzen ausgemittelt werden. Im Allgemeinen müssen die Zuschläge denselben Aggregatzustand erhalten, wie das zu verschmelzende Erz. Nur dann, wenn ocherige Erze verschmolzen werden, die sich im Ofen dicht übereinander lagern, wendet man die Zuschläge in größern Stücken an. Flußspath ist für sehr strengflüssige Erze ein guter Zuschlag, indem er schon in geringen Quantitäten angewendet, die Schmelzbarkeit sehr befördert.

Außer den eigentlichen Flüssen, dem Kalksteine, dem Thone, dem Quarz und dem Mergel, giebt es noch Mineralien, welche zwar wegen ihrer Mischung nicht eigentlich zu den Flüssen gerechnet werden können, die aber dennoch den Fluß der Erde befördern und daher die Anwendung von weniger wirklichem Fluß möglich machen, aber auch zugleich wegen ihres Eisengehalts zu einer stärkern Eisenerzeugung beitragen. Hierzu gehören alle Silicate, welche oxydirtes Eisen enthalten, und welche, wenn der Gehalt an Eisensilicat zunimmt, dadurch wirklich zu den Kieseleisensteinen gerechnet werden müssen.

Dahin gehören: Hornblende, Basalt, besonders die Wacke und der Granat. Wo man Gelegenheit hat, diese Mineralien anzuwenden, nimmt man sie gern, weil sie einen guten Gang im Ofen machen, und weil man in einzelnen Fällen durch sie des Flusses ganz entübrigt sein kann. In andern Fällen bringt man dadurch aber auch viel Kieselerde in die Beschickung und erhält weißes Roheisen, weshalb man, wenn es die Absicht ist, graues Roheisen zu erhalten, gleichzeitig starke Zuschläge von Kalksteinen anwenden muß.

Probiren der Zuschläge.

Ehe man einen Hohofenbetrieb beginnt, muß man sich erst von der Beschaffenheit der nöthigen Zuschläge überzeugen und einige annähernde Angaben über die anzuwendende Quantität derselben zu erlangen suchen. Dies geschieht durch Proben auf trocknem Wege, bei denen man folgendermaßen verfährt.

1. Man macht einige Proben mit dem Erze, um seinen Roheisengehalt kennen zu lernen. 2. Man macht eine Reihe von Versuchen mit demselben Erze, dem man die erdigen Zuschläge zugesetzt hat, indem man die Quantitäten so lange verändert, bis man einen durchschnittlichen Roheisengehalt erlangt, der dem bei den ersten Proben erhaltenen sehr nahe kommt. Jedoch können diese Verhältnisse nicht genau dieselben sein, welche man im Großen anwenden mußte, und wir werden die Ursachen davon später noch kennen lernen. — Wendet man statt eines einzigen mehrere Erze zusammen an, so muß man zuvörderst die leichtflüssigsten und vortheilhaftesten Verhältnisse aufsuchen, nach denen sie mit einander vermengt oder beschickt werden, und verfährt dann genau auf die angegebene Weise.

Die Roheisenerzeugung.

Die Roheisenerzeugung ist jetzt der schwierigste und verwickelteste Theil des Eisenhüttengewerbes. Die zu ihrem guten Erfolge zu berücksichtigenden vielen Bedingungen, die Größe und die Verschiedenheit der dazu erforderlichen Apparate, die großen Capitalien, welche sie in Bewegung setzt und ihr ungeheurer Einfluß auf die gesammte Eisenfabrication, sowie auf alle übrigen Gewerbe, rechtfertigen die hohe Wichtigkeit, welche man ihr beilegen muß.

Die Umwandlung der Erze in Roheisen umfaßt: die Reduction der in den Erzen enthaltenden Eisenoxyde; — die Verwandlung des Eisens in Kohlen- oder Roheisen; — die Abscheidung der mit den Erzen mechanisch vermengt oder chemisch gebunden vorkommenden fremdartigen Substanzen; — die Schmelzung der aus dieser Bearbeitung erfolgenden Producte.

Diese verschiedenen Processe werden bedingt: durch die fortwährende Einwirkung der Kohle und der sich daraus entwickelnden Gase auf die Mineralsubstanzen; — durch die Reaction der Zuschläge und Gangarten auf das Metall; — endlich durch die Schmelzung der ganzen Masse, wodurch sich die fremdartigen Substanzen von den metallischen Theilen trennen, so daß die einen und die andern zu günstiger Zeit abgelassen werden können.

Die nothwendigen Bedingungen zur Hervorbringung dieser Erscheinungen bestehen darin, daß Erze, Zuschläge und Kohle in Apparaten, deren Gestalt dem allgemeinen Zwecke der Operation entspricht, einer hinlänglich hohen Temperatur ausgesetzt werden.

Diese Apparate sind die Hohöfen. Sie bestehen im Innern aus dem Heerd, dem Gestell, der Rast, dem Kohlensack, dem Schacht und der Gichtöffnung. — Die Gicht dient zur Einbringung der Schmelzmaterialien in den Oefen, sowie zu gleicher Zeit zur Entwickelung der Producte der Verbrennung. In dem Schacht, dem Kohlensack und auf der Rast werden die Erze zur Reduction, sowie zur Verbindung der Eisentheilchen mit Kohle vorbereitet und diese zum Theil bewirkt. Im Gestell erfolgen alsdann Reduction und Schmelzung vollständig, indem dort die Temperatur am höchsten, da er der engste Theil und der Einwirkung des Windes am meisten ausgesetzt ist. Den letztern führt man im obern Theil des Heerdes durch die Formen ein, welche an einer, gewöhnlich aber an zwei und bei großen Oefen auch an drei Seiten liegen.

Der Heerd nimmt das erzeugte flüssige Roheisen auf, und aus ihm wird sowohl das Metall, als auch die Schlacken, d. h. die mit den Erzen vorkommenden Erdarten, in Verbindung mit Metalloxyden, abgelassen. Die Art und Weise der Einrichtung

und des Verschlusses von dem Heerde bedingt den Unterschied zwischen Blau- und Hohöfen. Bei erstern ist der vordere Theil des Heerdes, die Brust, gänzlich verschlossen und nur mit einer oder zwei kleinen, gewöhnlich auch mit Lehm verschlossenen Oeffnungen versehen, durch welche Schlacken und Roheisen abgestochen werden. Oefen von dieser Einrichtung, sogenannte Blauöfen, werden hauptsächlich zur Erzeugung von Spiegeleisen, zum Verfrischen auf Rohstahl und Stabeisen, angewendet.

Die eigentlichen Hohöfen haben dagegen einen nach vorn verlängerten Heerd, einen Vorheerd, aus welchem die Schlacken ablaufen oder abgezogen werden, und aus dem man das Roheisen abfließen läßt oder ausschöpft.

Die innere Gestalt der Hohöfen besteht gewöhnlich aus zwei abgestumpften Kegeln, die mit ihren Basen aneinander treten, oder an diesem Punkte durch einen cylindrischen Theil mit einander verbunden sind. Der obere abgestumpfte Kegel bildet den Schacht, der untere, der etwa $\frac{1}{3}$ von der ganzen Höhe ausmacht, die Rast und das Gestell. Meistens haben aber diese beiden Theile eine verschiedene Form und sind nur mit einander verbunden. So hat das Gestell häufig die Form einer abgestumpften Pyramide, deren untere, kleinere Basis ein Rechteck ist und sich auf den Heerd stützt, während die obere, größere Basis ein achteckiges Polygon bildet, welches mit dem abgestumpften Kegel verbunden ist, der die Rast bildet und bis zum Kohlensacke geht.

Der regelmäßige und ununterbrochene Niedergang der aufgegebenen Kohlen- und Erzschichten, der sogenannten Gichten, erfordert, daß die Schneidepunkte der verschiedenen geraden Linien, welche das innere Ofenprofil bilden, keine scharfen Winkel haben, sondern mit Curven in einander übergehen. Besser ist

es aber noch, wenn das ganze Profil aus einer fortlaufenden krummen Linie besteht.

Die gewöhnlichsten äußern Formen der Hohöfen sind die einer abgestumpften vierseitigen Pyramide, oder die eines abgestumpften Kegels, der auf einer prismatischen Basis ruht, welche sich fast bis zur Höhe des Kohlensacks erhebt. Die Breite der Basis beträgt $\frac{7}{10}$ bis $\frac{8}{10}$ von der Höhe, und die der obern Theile ist gewöhnlich so, daß die Gicht von einer quadratischen Plattform von 16—24 Fuß Seite umgeben ist.

Die Stärke der äußern Wände oder des sogenannten Rauchgemäuers steht zu dem in in dem Hohofen sich entwickelnden Hitzgrade, zu der Beschaffenheit des Brennmaterials und selbst zu der Art und Weise der Construction im Verhältniß; findet eine starke Verankerung des Gemäuers durch Stab- und Gußeisen statt, so kann man dessen Stärke bedeutend vermindern. Es ist dieß besonders bei den conischen Oefen der Fall, die mit eisernen Reifen umgeben sind. Im Allgemeinen sind die leichtern Constructionen den festern weit vorzuziehen.

Der untere Theil des Ofens ist mit Oeffnungen oder Nischen, sogenannten Gewölben, versehen, mittelst deren man auf mehrern Seiten zu dem Heerde gelangen kann. Sie haben im Grundrisse die Form eines Trapezes und sind oben mit einer aus gußeisernen Balken bestehenden geraden Decke, oder mit einem Gewölbe geschlossen, welches sich von innen nach außen erweitert. — Eins von diesen 2 bis 4 Gewölben, das an der Vorderseite des Ofens liegende Arbeitsgewölbe, ist das größte; seine innere Breite beträgt 8 bis 9 Fuß, die äußere 11 bis 13 Fuß, die Höhe 8 bis 14 Fuß. Zwei Arbeitsgewölbe sind selten. Die Anzahl der Formgewölbe richtet sich nach der der Formen; sie sind äußerlich 8 bis 9½ Fuß

breit und etwa 9 Fuß hoch. Ueberhaupt muß man, um eine Schwächung der Mauern zu vermeiden, die Gewölbe so klein als möglich machen.

Die Windleitungen, welche den Wind von dem Gebläseregulator zu den Formen führen, legt man, damit sie nicht hinderlich seien, in unterirdische Canäle, welche weit genug sein müssen, um überall in dem Fundamente des Ofens selbst angebracht werden zu können und können sich unter dem Heerde des Ofens im rechten Winkel durchschneiden; die erste Anlage ist weniger kostbar und gewährt den Vortheil, das Trocknen und den Abzug der Gase, die sich während des Betriebes entwickeln, zu erleichtern. In jedem Formgewölbe muß ein Windsperrungskasten mit einem Hahn oder Ventil angebracht sein, wodurch man in den Stand gesetzt wird, zu jedem Augenblick den Wind zuzulassen, oder abzusperren. Wir haben alle diese Vorrichtungen schon anderswo kennen gelernt.

Wenden wir uns nun zu dem Betriebe der Hohöfen, welcher folgende allgemeine Charactere hat.

Das Brennmaterial und die im zweckmäßigen Verhältniß mit dem Zuschlage beschickten Erze werden auf den obern Theil des Ofens gebracht und in regelmäßigen Mengen, sogenannten Gichten, und in regelmäßigen Zeiträumen durch die Gichtöffnung in den Ofenschacht gestürzt. Sie durchsinken nach und nach alle Zonen, indem sie sich fortwährend durch die Reduction, durch die Aufnahme von Kohle und durch die Trennung von fremdartigen Materien verwandeln, schmelzen und im flüssigen Zustande in dem Heerde bleiben, um von dort ab als Product benutzt zu werden.

Das Roheisen bildet sich fortwährend; sein Ablassen oder Abstechen aus dem Heerde erfolgt zu

gewissen Zeiten, welche nach dem räumlichen Inhalt von jenem bestimmt werden.

Die Menge und die Beschaffenheit der Producte hängen von dem Verhältniß des Brennmaterials, der Erze und Zuschläge, sowie auch von den Dimensionen der Oefen ab.

Der zu den chemischen Reactionen, sowie zu der allgemeinen Schmelzung der Masse erforderliche Temperaturgrad entsteht durch vegetabilische oder mineralische Brennmaterialien, die man mit den Erzen in den Ofen bringt. Ihre Verbrennung wird durch die Einführung der Luft in den untern Theil des Ofens bedingt, deren Volum, Pressung und Temperatur von der Beschaffenheit der Erze und Brennmaterialien abhängen.

Die Wärme wirkt langsam und stufenweis auf die Erze; sie durchdringt sie nach und nach, und erst nach ihrer Reduction bewirkt sie ihre Schmelzung, die Trennung des Eisens von den Schlacken, deren Consistenz im Verhältniß zu der Beschaffenheit der darzustellenden Producte stehen muß.

Wir wollen nun zuvörderst den Betrieb der Holzkohlen und dann den der Coakshohöfen etwas näher betrachten und von der Benutzung der rohen Brennmaterialien beim Hohofenbetriebe, von der Anwendung der erhitzten Gebläseluft, von den Hohofengasen ꝛc. reden.

Wir werden nun in dem Folgenden mit Hülfe von Abbildungen einige Beispiele von Hohöfen mittheilen, müssen jedoch wegen des weitern Studiums dieses wichtigen Gegenstandes auf die Werke von Karsten und auf unsere eigene große practische Eisenhüttenkunde (bei dem Verleger dieses Werks) und deren reichhaltige Atlanten verweisen, in denen eine Menge der verschiedenartigsten Hohöfen nach großem Maß=



stabe und nach den besten vorhandenen Beispielen dargestellt worden sind.

Die Fig. 39, 40 und 41 ꝛc., Taf. IV., geben eine vordere Ansicht, einen senkrechten Durchschnitt und einen horizontalen Durchschnitt von einem der beiden Coaks-Hohöfen, welche neuerlich zu Maubeuge erbaut worden sind. Wir stellen diesen Ofen hier voran, weil wir zu gleicher Zeit mit dessen Hülfe eine genauere Beschreibung von einem zweckmäßigen größern Hohofenbau geben wollen.

Fig. 42 ist der Aufriß von einem der Formgewölbe mit eingelegter Wasserform, nebst den Röhren zum Ein- und Abfluß des Wassers.

Fig. 43 ist der Aufriß von dem Ganzen der feuerfesten Steine, welche den Heerd, das Gestell und den untern Theil des Rostes bilden.

Fig. 44 ist der Grundriß nach der Ebene l'' l'' der Figuren 43 und 50.

Fig. 45 Grundriß nach der Ebene **m'' m''**.

Fig. 46 Grundriß nach der Ebene n'' n'', im Niveau des obern Theils von dem aus Ziegelsteinen bestehenden Tümpel.

Fig. 47 Grundriß nach der Ebene p'' p''.

Fig. 48 Grundriß nach der Ebene q'' q''.

Fig. 49 Grundriß nach der Ebene r'' r''.

Fig. 50 senkrechter Durchschnitt des Ganzen nach der Linie h'' h'' der Fig. 8 und 14.

Fig. 51 Aufriß eines Gestells, welches sich von dem vorigen nur dadurch unterscheidet, daß es gänzlich viereckig.

Fig. 52—56 Grundrisse nach denselben Ebenen, als vorher angegeben.

Fig. 57 senkrechter Durchschnitt des Ganzen nach der Linie **h h**.

Fig. 58, 59 und 60 Grundriß, Längenaufriß

und Queraufriß des Wallsteins, welcher den Vorheerd schließt.

Fig. 61 Aufriß der gußeisernen Platte g, welche den Wallstein vor dem Vorheerd festhält.

AA festes und wasserdichtes Thonlager, auf welchem die Hohöfen aufgeführt worden sind. — **BB** natürliche Sohle rings um die Hütte. — **CC** aufgeschüttete Hüttensohle. —

DD Fundament des Hohofens. Dasselbe hat die Form einer abgestumpften Pyramide und ist aus Sandstein mit Kalkmörtel aufgeführt. Sein oberer Theil, sowie die Wände der Canäle **E** und die Vertiefung **F**, welche den Bodenstein aufnimmt, bestehen aus gewöhnlichen Ziegelsteinen.

EE Canäle zur Abführung der Feuchtigkeit, welche sich rechtwinklig durchkreuzen und in drei kleine senkrechte Brunnen auslaufen, die oben zugemauert worden sind.

GG das Rauhgemäuer des Hohofens. Die vier Hauptkanten, ferner das Gesims rings um die Gicht und der Rand von dem Fundament bestehen aus behauenem Uebergangs-Kalkstein, das Uebrige aber aus gewöhnlichen Ziegelsteinen, welche mit Kalkmörtel und Sand aufgemauert worden sind.

HH Hauptcanäle zur Ableitung der Feuchtigkeit aus dem Rauhgemäuer. Sie erheben sich senkrecht bis zur Höhe des cylindrischen Theils von dem Schacht, unmittelbar über dem Kohlensack; höher aufwärts laufen sie schräg und parallel mit den äußern Wänden des Rauhgemäuers; unten stehen sie mit den beiden Seitenformengewölben durch die vier horizontalen Canäle i in Verbindung. Beim Abwärmen des Hohofens wird durch diese Canäle i die Flamme der Abwärmöfen in das Gemäuer geführt.

K kleinere Canäle zur Abführung der Feuchtigkeit, welche von den Hauptcanälen **A** auslaufen.

L gußeiserne Scheiben oder Platten, welche durch schmiedeeiserne Ankerstäbe verbunden sind und das Rauhgemäuer fester zusammenhalten. Zwischen dem Mauerwerk und den Scheiben ist zur Vermeidung von Brüchen ein Stück fichtenes Bret angebracht.

M Arbeitsgewölbe.

N Formgewölbe.

Die Formöffnung an der Rückwand ist während eines regelmäßigen Betriebes von dem Hohofen stets mit feuerfesten Steinen verschlossen, und man öffnet sie nur bei einem schlechten Betriebe, um eine höhere Temperatur im Gestell zu veranlassen. — Die vier Gewölbe bestehen aus gewöhnlichen Ziegelsteinen mit Kalkmörtel und Sand.

O vier starke gußeiserne Balken, deren Enden mit halber Dicke übereinander liegen, und die ein Quadrat bilden, welches den obern Theil des Gestelles zusammenhalten.

P vier starke gußeiserne Platten, auf denen die Balken **O** aufliegen.

Q gußeiserne Tragbalken.

R gußeiserner Kranz, der das innere Schachtfutter trägt, so daß dasselbe vor Einsetzung der Rast und des Gestelles, vor der sogenannten Zustellung, aufgeführt und das letztere nach einem Ausblasen ohne jenes erneuert werden kann, da das Gestell stets mehr als das Schachtfutter leidet.

S feuerfestes zweites oder äußeres Schachtfutter. Es besteht aus feuerfesten Ziegelsteinen von mittlerer Qualität, die, gewölbartig geformt und behauen, zu den verschiedenen Schachtdurchmessern passen. Die untere Schicht ruht auf einer kreisrunden, vorspringenden Bank im Rauhgemäuer. Dieses Schachtfutter ist sowohl von dem Rauhgemäuer, als auch von dem innern feuerfesten Futter durch einen ringförmigen Raum getrennt, von denen der erstere mit gewöhn-

lichen und der zweite mit feuerfesten zerstoßenen Ziegelsteinen ausgefüllt ist.

T inneres feuerfestes Schachtfutter. Die dazu angewendeten Ziegelsteine müssen von erster Qualität sein und die gehörige Form haben. Dieses innere Schachtfutter ruht auf dem schon erwähnten starken gußeisernen Kranz **R**.

U quadratische gußeiserne Platte über dem Fundament und unter dem Bodenstein, welche hauptsächlich zur Sicherung des Durchschnitts von den Canälen **E** dient.

V Canäle zur Ableitung der Feuchtigkeit unter dem Bodenstein.

X Schicht von Kieselsand, welcher zur Unterlage der Bodensteine dient.

Y feuerfeste Steine, welche den Boden des Heerdes bilden, und deren es gewöhnlich drei giebt.

Z Mauerwerk aus feuerfesten Steinen, woraus der Heerd, das Gestell und der untere Theil der Rast besteht, welche in den Fig. 8—22 näher bezeichnet worden sind. Diese feuerfesten Gestellsteine bestehen aus einem grobkörnigen Conglomerat mit weißem, quarzigem Bindemittel. Die Geschiebe bestehen aus Quarz und enthalten auch Bruchstücke von Quarzschiefer. Diese Steine werden in der Nähe von Huy in der belgischen Provinz Namur gebrochen und liefern die Gestellsteine nicht allein für die sämmtlichen belgischen Coaks- und Holzkohlen-Hohöfen, sondern auch für viele französische und rheinische Hohöfen. Trotz ihres Rufes haben sie doch viele Mängel, welche theils in den durch Eisenoxyd gefärbten Theilen, theils in Thonnestern und theils endlich in zahlreichen Klüften bestehen. Im Feuer zerspringen sie daher leicht, und bei den Coakshohöfen muß eine sehr sorgfältige Auswahl getroffen werden.

a gußeiserne Platten, welche den Gestellsteinen zur Stütze dienen;

b Theil der Rast, welche aus den besten feuerfesten Ziegelsteinen bestehen muß. Sie müssen gewölbartig geformt und zugehauen sein;

c Tümpel von feuerfesten Ziegelsteinen;

d gußeiserne Tümpelplatte, welche den steinernen Tümpel gegen die beschädigende Einwirkung der Brechstangen schützt, mit denen man im Gestell arbeitet;

e gußeiserne Platte, welche die vordern Gestellsteine gegen die Einwirkung der Luft schützt;

f feuerfester Dammstein;

g Platte von Gußeisen, welche den Dammstein festhält;

h gußeisernes Leistenblech;

kk Haken, auf denen der Schmelzer die Brechstange zum Oeffnen des Abstichs stützt;

ij Befestigung der Platte g;

l Abstichöffnung;

m Wasserform;

n Röhre, durch welche aus einem höher liegenden Behälter Wasser herbeigeführt wird;

p mit einem Trichter versehene Röhre, in welche das von der Röhre n herbeigeführte Wasser abgegossen wird;

q Röhre, durch welche das warm gewordene Wasser aus der Form abläuft;

r Gichtesse;

s die drei Thüröffnungen in derselben zum Aufgeben;

t gußeiserne Thürpfosten;

u gußeiserner Kranz, welcher die Schwellen von den Essenthüren bildet;

v gußeiserner Kranz, welcher die Kappen dieser Thüren bildet;

x sechs senkrechte Eisenstäbe zur Befestigung des obern Theils von der Gichtesse;

y sechs horizontale Bänder von Flacheisen, welche die Stäbe x festhalten;

A' gußeiserne Platten, womit die Plattform der Gicht bedeckt ist, so daß man besser mit dem Gichtwagen darauf fahren kann;

B' Sicherungsmauer, welche die Gicht von drei Seiten umgiebt;

C' Theil von der hölzernen Brücke, welche beide Hohöfen miteinander verbindet;

D' Tragsteine.

Fig. 62 ist ein senkrechter Durchschnitt durch die beiden Formen und Fig. 63 ein horizontaler Durchschnitt des Hohofens auf der Creuzburger Hütte in Oberschlesien, welcher Sphärosiderite bei Holzkohlen verschmilzt. Er ist in neuerer Zeit und sehr zweckmäßig, auf gleiche Weise wie die meisten Hohöfen in Norddeutschland, erbauet. Die Zustellung besteht aus Masse und ist auf die oben beschriebene Weise eingerichtet. In dem massiven Fundament ist eine 39 Zoll hohe Röhre durchgeführt, welche die mit dem Gebläse communicirenden und zu beiden Blasegewölben führenden Windleitungsröhren aufnimmt, und welche zugleich als Hauptabzugscanal für die Feuchtigkeit dient. Wegen der örtlichen Beschaffenheit hat zu Creuzburg das massive Fundament noch $8\frac{2}{3}$ Fuß unter der Röhre fortgeführt und auf eingerammtes Pfahlwerk gelegt werden müssen. Auf den Abbildungen bezeichnen: a den Wallstein; c die beiden Vorderbacken, sämmtlich aus Sandstein, d die Thonmasse für das Gestell; g eine Mauerung von gewöhnlichen Ziegeln für den Rauhschacht und zur Ausfüllung des Gestellraums; h das Schachtfutter und die Rast aus feuerfesten Ziegelsteinen. Das Futter

ist nicht unmittelbar mit der Rauchmauer verbunden, sondern von derselben durch einen 1½ Zoll weiten offenen Raum m getrennt; i eine Ausfüllung von zerschlagenen Ziegeln und von Sand; k Canäle zur Ableitung der Feuchtigkeit; l Sandschicht zur Unterlage für die Gestellmasse; n Abstichöffnung; o Damm von Sand zur Verschließung derselben.

Wenn man keine feuerfesten Steine hat, um daraus die Gestelle anzufertigen, so kann man sie auch sehr zweckmäßig aus sogenannter Masse darstellen, wobei man folgendermaßen verfährt. Man versteht nämlich unter Masse ein sorgfältig durchgearbeitetes und gesiebtes Gemenge von feuerfestem Thon und reinem Quarzsand, oder statt dessen alter feuerfester Ziegel oder gebrannten Thons von Erbsengröße, welches soviel angefeuchtet wird, daß es zusammenbackt. Der größern Feuerbeständigkeit wegen ist ein Zusatz von Graphit zu der Masse sehr zweckmäßig. Nach Abbruch des alten unbrauchbar gewordenen Gestells legt man ein Stück Sandstein **A** (Fig. 66, 67, 68, 69), 4 bis 5 Zoll lang, 2 bis 2½ Zoll breit, 10 bis 14 Zoll dick, horizontal so, daß es bis 7 Zoll vor dem künftigen Gestellraum vorragt, um darin die gußeisernen Seitenplatten **L L** (Fig. 66), die den Vorheerd bilden sollen, einhauen und einsetzen zu können. Es dient zur Grundlage des Wallsteins und um der Masse, woraus der übrige (hintere) Theil des Bodens gestampft werden soll, Widerstand zu leisten, auch, daß die Masse beim Auswärmen des Gestells nicht beschädigt werde. Hierauf werden die Räume dazwischen und der Hohofenmauer auf beiden Formseiten vollgemauert, um den Stein zu befestigen und die Masse fester stampfen zu können. Nun wird der alte Boden, soweit sich Eisen und Schlacke von der vorhergehenden Campagne

in denselben hineingezogen hatten, ausgebrochen. Das Gute davon bleibt liegen und wird mit Thonwasser angestrichen, um es mit der neuen Masse zu vereinigen, welche 3 bis 4 Zoll hoch aufgetragen, ganz festgeschlagen und auf der Oberfläche aufgestoßen wird, wenn damit abermals eine neue Lage vereinigt und darauf festgestampft werden soll. Auf diese Weise werden drei oder vier Lagen aufeinander gebracht, dabei durch Ausstoßen und Bestreichen mit Lehmwasser auch die Vereinigung mit den bleibenden alten Seitenwänden bewirkt, überhaupt fortgefahren, bis die Massenhöhle mit der Oberfläche des Sandsteinstückes **A** gleiche Höhe hat und mit demselben bündig geworden ist. Hierauf wird nach dem Richtscheit der Boden durch Abkratzen der Erhöhungen und Ausfüllen der Vertiefungen möglichst glatt geebnet, der Mittelpunkt des Gestelles gesucht und der Umriß der Gestellwände darauf verzeichnet.

Um die Heerdwände zu bilden, werden nach vorn zu zwei 18 bis 20 Zoll lange Sandsteinstücke von der Höhe des Heerdes nach den aufgerissenen gleichlaufenden Wandlinien aufgestellt und vorn bei der Vorwand des Gestelles festgemauert. Diese Steine **c,c**, Fig. 66, dienen zum Festhalten der Masse, zum Schutze gegen Beschädigung beim Abstiche und Anwärmen, und um die aufstehenden gußeisernen Seitenplatten darin einhauen und festhalten zu können. Nach diesem wird ein hölzerner Kasten, um welchen der Gestellheerd gestampft wird, nach den Wandumfassungslinien auf den Boden eingesetzt. Er besteht aus zwei Seitenstücken und einer abgerundeten Hinterseite (Fig. 66, 70 und 71). Die Seitenbreter sind im Innern mit festgenagelten Leisten für Einschubstücke gegen das Zusammendrücken beim Stampfen versehen. Wenn dieser Kasten (nach

Fig. 68) zwischen den erwähnten Sandsteinstücken c,c eingeschoben ist, so wird hinter ihm eine 3 bis 4 Zoll hohe Massenschicht auf den vorher aufgehauenen Boden (sowie auch gegen die alte Wand) fest eingestampft u. s. f., bis die Stampfung die 24 bis 26 Zoll hohe Kastenhöhe erreicht hat. Ist die Masse mit einem eisernen Richtscheit ganz gleich gekratzt, so wird der zweite Theil des Kastens von dieser Höhe an, in Gestalt eines hohlen Kegelstücks (F, Fig. 71 von außen, F, Fig. 66, von innen), etwa 18 Zoll hoch aufgesetzt. Um den Kasten leichter herausziehen zu können, ist er genau in der Mitte lothrecht in zwei Theile zertheilt und wird unten und oben durch Kreuze unter sich und mit andern Kästen darunter und darüber verbunden. Schutzleisten wirken gegen den Druck beim Einstampfen. Zur Bildung der Formöffnungen werden nach Fig. 69, wo F den eingesetzten runden Kasten andeutet, die Klötze E E eingelegt und an den Kasten F angenagelt, auch in den gemauerten Formöffnungen, bis wohin man sie reichen läßt, festgekeilt. Nunmehr werden zwei eiserne, unten ganz ebene, oben gewölbte Platten G, G Fig. 67 und 69, die zur Länge die obere Heerdweite erhalten, dabei mittels 2 Zoll langen Lappen (Oehren) auf den Heerdwänden aufruhen, auf den untern und neben den befestigten runden Kasten gelegt, um den Tümpel zu bilden, worauf über diesen Platten sogleich ein 6 Zoll breites Gewölbe (H, Fig. 66) von feuerfesten Ziegeln gemauert wird, um diese Masse festzuhalten. Gleichzeitig müssen auch die Seitenmauern, nachdem vorher die Seitenplatten (Fig. 67) des Gestelles, welche im Sandsteinboden (A, Fig. 66) eingelassen sind, und welche sich oben gegen die Tragplatte des Hohofens stützen, aufgestellt worden sind, bis unter dem Tümpeleisen in einer Höhe von 3 Zoll

mit aufgeführt wedern. Wo man geschmiedete Tümpeleisen anwendet, wird dieses (K, Fig. 66, 67 rc.) 4 Zoll im Quadrat, 6 bis 7 Zoll über die Seitenwände des Heerdes reichend, vorn gegen die feste Ziegelmauer, welche in den Steinen ausgehauen ist, um das Tümpeleisen darin aufzunehmen, mit steifem Thone angeschmiert, gegen die Mauer angeschoben, dann mit dem Aufmauern der Seitenwände fortgefahren, bis sie mit dem feuerfesten Gewölbe gleiche Höhe erhalten. Jetzt wird das gußeiserne Tümpelblech (M, Fig. 66, 67), welches genau zwischen diese Seitenmauern einpaßt, mit derbem, feuerfestem Thon nach innen und seitwärts angeschmiert, auf das Tümpeleisen aufgestellt und durch eiserne Keilchen gegen die Seitenmauern befestigt, auch nach vorn mit hölzernen Keilen versehen. In Fig. 67 ist das Tümpelblech dargestellt.

Hierauf wird die untere feste Masse aufgestoßen, die alte Ziegelmauer mit Thonwasser bestrichen, frische Masse eingeschüttet, damit die Platte GG bedeckt und festgestampft; es wird ferner mit dem Aufführen des Gewölbes von der Tümpelsteinplatte und der Seitenmauern fortgefahren, bis der Kasten F mit Vorsicht eingedämmt ist. Hat man endlich mit Eindämmung des dritten Kastens N und Aufmauerung der Seitenmauern die Höhe des Tümpelblechs (von etwa 24 Zoll) erreicht, so wird eine zweite Platte (o, Fig. 66 und 67) auf die erste aufgesetzt, die breiter ist, in den Seitenmauern 5 bis 6 Zoll anf jeder Seite aufsteht nnd sich oberhalb gegen die Trageplatte des Hohofens anlehnt und so, gegen den Vorheerd abgedacht, das Gestell nach vorn schließt. Neben dieser Platte und nach innen wird gänzlich ausgemauert und währenddem der oberste Kasten P aufgestellt und eingestampft. Nach dieser Vollendung

wird auf der eingestampften Masse die Aufführung der Rast aus feuerfesten, 18 Zoll langen, vorn nach dem Winkel der Rast abgeschrägt, hinten in der Kreislinie auslaufenden, keilförmigen Ziegeln vorgenommen. Endlich werden die zusammengekuppelten Kästen gelöst und einzeln an Seilen herausgezogen, dann das Ganze innen nachgeputzt und mit Thonwasser überschlichtet. Um das Gestell zu schonen, giebt man aber auch zuweilen Theile des Modelles preis.

Man macht auch Gestelle theils von Steinen, theils von Masse und wendet dann zum Tümpel gern erstere an, weil dessen Bildung von Masse am schwierigsten ist.

Wir beschreiben nun noch, mit Hülfe der Fig. 64 und 65, einen Ofen mit geschlossener Brust, oder einen sogenannten Blauofen, von dessen Betriebe wir weiter unten reden werden.

Die Fig. 64, Taf. V ist ein senkrechter Durchschnitt durch die beiden Formen und Fig. 65 ein horizontaler Durchschnitt durch dieselben von einem hohen Steyermärkischen Blauofen. Das Gestell i besteht aus Sandstein und hat unter seinem Bodenstein f sich kreuzende Canäle l zur Abführung der Feuchtigkeit. Der Kernschacht e ist durch einen 6 Zoll breiten, mit zerschlagenen Ziegelstücken ausgefüllten Raum d (der Füllung) von der Rauhmauer c getrennt; die Feuchtigkeit wird durch die Canäle b abgeleitet. In der Brustöffnung befindet sich die Stichöffnung zum Ablassen der Schlacke und des Eisens. Dieser Schlitz wird mit feuerfestem Thon verschlossen, worin das eigentliche Schlackenloch in der Höhe der Form eingehauen wird. — Ein eigentliches Obergestell ist bei diesem Ofen nicht vorhanden. Die Zu-

stellungssteine sind so zusammengesetzt, daß ihre Fugen central nach dem Mittelpuncte des Schachts liegen. Die beiden einander gegenüberliegenden Formen sind 18 und 20 Zoll vom Boden entfernt, und ihre Achsen haben die im Grundriß punctirt angegebene Richtung. Ueber der Gicht u erhebt sich eine hohle Esse n.

Mit vegetabilischem Brennmaterial betriebene Hohöfen.

Anwendung von Holzkohlen mit kalter Gebläseluft.

Gestalt der Hohöfen.

Nach dem jetzigen Zustande der Hüttenkunde, haben noch keine bestimmten Regeln aufgestellt werden können, die sich auf die den Hohöfen zu gehenden Dimensionen leicht anwenden lassen. Man kann sich daher nur auf die Erfahrung und auf Beobachtungen stützen, die an Oefen gemacht worden sind, deren Betrieb genügend erschien.

Diese Beobachtungen sind hauptsächlich auf den Einfluß gerichtet gewesen, der sich auf die Gestalt der Hohöfen bezieht, und der abhängt:

Von der Windführung;

von der Beschaffenheit der Schmelzmaterialien;

von der Menge und der Beschaffenheit der Producte.

Die Windführung.

Das Volum des einem Ofen zugeführten Windes hängt von der Menge des Brennmaterials ab, welches seine Dimensionen zu verbrauchen gestatten.

Es muß dieses Volum hinreichen, damit die Kohle ihre ganze Heizkraft entwickeln könne, und es darf dennoch nicht die Grenze erreichen, an welcher es die Verbrennung beschleunigen und den Verbrauch, oder einen Nutzeffect vermehren würde. Zur Verbrennung von 1 Kil. Holzkohle sind 8,82 Kubikmet. Luft von einem Drucke von 0,76 Meter Quecksilber, oder dem Gewichte nach 11,46 Kilogr. erforderlich. Man hat keine Gründe, diese Zahl zu überschreiten, weil die Erze selbst viel Sauerstoff enthalten, der zur Verbrennung dient, und in der Praxis wird sie selbst selten erreicht, indem man nur 6 bis 7 Kubikmeter Luft auf ein Kilogr. Kohle rechnet.

Die Pressung, welche man dem Gebläsewinde ertheilt, hängt von der Dichtigkeit der Kohle und von den Dimensionen des Ofens ab. Sie muß stark genug sein, so daß das Brennmaterial von dem Luftstrome durchdrungen wird; allein die auf dasselbe ausgeübte mechanische Wirkung darf nicht stark genug sein, um der Gleichförmigkeit der Verbrennung durch ein heftiges Auseinanderwerfen zu schaden. Die Pressung muß um so bedeutender sein, je weiter das Gestelle, je größer der Ofen, und je dichter die Kohle ist.

Die gewöhnlich angewendete Pressung wechselt von 2 bis 6 Centim. Quecksilber, und wenn diese letztere Grenze nicht immer erreicht wird, so ist es sehr unrecht, da ein etwas stark gepreßter Wind die Verbrennung der Kohle in den untern Theilen des Ofens befördert und ihm folglich einen großen Theil

seines Sauerstoffgehaltes entzieht. Dadurch wird die Verbrennung der Kohle in dem Schachte bei weitem weniger begünstigt und daher an Brennmaterial erspart.

Seien nun übrigens Volum und Pressung des angewendeten Windes, welche sie wollen, so ist die stetige Wirkung, d. h. die Regelmäßigkeit, eine von den wesentlichen Bedingungen einer guten Windführung.

Das Brennmaterial.

Die Höhe des Ofens nimmt mit der Dichtigkeit der Kohle zu und begünstigt ihre Wirkungen, indem sie die Producte der Verbrennung zweckmäßig benutzt und ein langsames Niedergehen der Producte gestattet.

Der Verbrauch wechselt nach der Schmelzbarkeit der Erze und nach dem Betriebe der Oefen von 90 bis 250 und selbst 300 Kil. Holzkohlen auf 100 des Products. Selten gebraucht man weniger als 100 Kil. — Erze von mittlerer Schmelzbarkeit und von 30 bis 40 Proc. Eisengehalt erfordern bei einem guten Betriebe 120 bis 130 Kil. Kohle auf 100 Kil. Roheisen.

Die Menge des verbrannten Brennmaterials hängt besonders von dem Durchschnitte des Ofens im Kohlensacke, von der Form des Gestelles und von der Luftmenge ab, die ihm zugeführt wird. In den meisten Oefen verbrennt man nicht mehr als 50 Kil. auf das Quadratmeter des Durchschnitts im Kohlensacke und in der Stunde, d. h. 0,830 Kilogr. in der Minute; denn wenn man graues Roheisen erzeugen will, so muß man das Gestelle eng machen, und außerdem erfordert die Leichtflüssigkeit der Beschickung auch keine starke Hitze. Die Windführung

ist verhältnißmäßig, und erhalten die Oefen gewöhnlich nur 6,70 Kubikmeter Luft auf das Quadratmeter und in der Minute, d. h. etwa 8 Kubikmeter auf das Kilogr. Kohle.

Nach Walter soll man, zur Erreichung der günstigsten Umstände für die Production, 10 bis 12 Kubikmeter Wind auf das Quadratmeter geben, und man kann alsdann die Verbrennung bis auf 80 oder 100 Kil. auf das Quadratmeter und die Stunde rechnen, d. h. 1,33 bis 1,66 Kil. auf die Minute und dieselbe Oberfläche.

Die Erze.

Strengflüssige und schwer reducirbare Erze erfordern sehr hohe Oefen, in denen sie für Aufnahme der Kohle und für die Schmelzung gehörig vorbereitet werden. Wollte man sie in niedrigen Oefen behandeln, so müßte der Gichtengang langsam, und es würde die Production folglich gering sein. Ferner muß, wenn man dies nicht durch die Güte des Brennmaterials und ein starkes Gebläse zu verbessern im Stande ist, der Durchschnitt der untern Theile des Ofens sehr eng sein, damit sich die Temperatur zu dem für ihre Schmelzung zweckmäßigen Grade erheben könne.

Die unhaltigen Stoffe rühren von den Zuschlägen und von den mit den Erzen vorkommenden Gangarten, sowie von der Asche des Brennmaterials her und bilden die Schlacken. Ihre Zusammensetzung haben wir schon angegeben und bemerkt, daß sie den Grad der Schmelzbarkeit haben müssen, welcher mit der niedrigsten Temperatur übereinkommt, in der man die Beschaffenheit der verlangten Production erreichen kann. Ihr Volum muß hinreichend sein, um das flüssige Roheisen auf seinem Wege

durch den Gebläsewind zu umhüllen. Nach den angeführten Beispielen darf man folgern, daß bei armen Erzen, die noch Zuschläge erfordern, sich das Verhältniß der Schlacken bis auf 320 Procent des Roheisens erhebt. — Für Erze von mittlerer Schmelzbarkeit und mittlerm Eisengehalt beträgt es 220 bis 260 Procent.

Diese Verhältnisse scheinen die günstigsten für die Production von grauem Roheisen zu sein; sie können aber auch nicht viel geringer bei denselben Erzen sein, wenn es auf weißes Roheisen verschmolzen wird. Wendet man aber reichere Beschickungen an, solche, z. B., die 45 Procent Eisen geben, so müßte man, nach dem Grad ihrer Schmelzbarkeit, 8 bis 16 Procent Zuschläge hinzufügen, und demnach würden die unhaltigen Stoffe nur 135 bis 160 Proc. von dem Roheisen betragen.

Ueber den Einfluß, den die Beschaffenheit und die Menge des Zuschlags auf die Gestalt der Oefen haben kann, reden wir hier nicht, da er mit dem der Erze zusammenfällt.

Die Producte.

In einem, in gutem Betriebe stehenden Ofen wechselt die Menge der Production innerhalb gewisser Grenzen, mit der Menge des Brennmaterials, welches man in jenem verbrennen kann, und hängt daher hauptsächlich von dem Durchschnitt im Kohlensack und von der Windmenge ab.

Nimmt man 100 Kil. Kohle in der Stunde und auf 1 Quadratmet. Durchschnitts des Kohlensacks als ein Maximum an, so kann man folgern, daß nach der Schmelzbarkeit der Erze die höchste Production für dieselbe Oberfläche zwischen 110 und 40 Kilogr. Roheisen in der Stunde, oder 2500 und 920 Kil.

in 24 Arbeitsstunden betragen könne*). Da aber die meisten Oefen jetzt nur soviel Wind erhalten, daß sie etwa 50 Kil. Kohle verbrennen, so beträgt die tägliche Production etwa nur 1250 Kil. und 460 Kil. auf das Quadratmeter.

Obwohl die Höhe der Oefen keinen unmittelbaren Einfluß auf die Production hat, so ist sie ihr dennoch günstig, sobald alle übrigen sich hierauf beziehenden Betriebsbedingungen erfüllt sind, weil die Vermehrung des Volums von dem Schachte einen schnellern Gichtengang veranlaßt.

Die Production von weißem Roheisen erfordert weniger Hitze, als die des grauen; folglich kann man bei gleichem Brennmaterialienverbrauche mehr von dem erstern, als von dem zweiten, darstellen. Da die Temperatur im Gestelle weniger hoch zu sein braucht, so kann sein Durchschnitt größer sein und der Gichtengang rascher, so daß die tägliche Production zunehmen muß. Sie könnte in beiden Fällen gleich sein, oder nur geringe Differenzen zeigen, wenn, bei gleichbleibenden Dimensionen des Ofens und Volum des Windes, man die Temperatur durch einen höhern Erzsatz verminderte.

Da uns nun die allgemeinen Regeln, nach denen man den Betrieb der Hohöfen regulirt, bekannt sind, so sind wir dadurch in den Stand gesetzt, die innere Gestalt derselben zu bestimmen.

Innere Dimensionen. — Der Kohlensack.

Von den verschiedenen Theilen, welche das Ganze eines Hohofens bilden, hat der Kohlensack

*) Wir rechnen nur 23 Stunden statt 24, da man annehmen kann, daß täglich etwa eine Stunde durch das Abstechen, Reinigen 2c. dem Betriebe verloren geht.

den größten Einfluß auf die Roheisenproduction. Seine Dimensionen müssen daher nach der Production, die man erlangen will, bestimmt werden, und es ist ganz natürlich, davon die Verhältnisse abhängen zu lassen, welche man dem übrigen Apparate geben muß.

Der Kohlensack ist der weiteste Theil der Hohöfen, und sein Hauptzweck ist der, einen Wärmebehälter zu bilden, der wirksam genug ist, so daß er die allgemeine Temperatur erhalten und reguliren kann, wenn sie, durch irgend einen Zufall beim Betriebe, an einigen Puncten sinkt. In diesem Theile ist es, daß die Verbrennung der Kohlen unter dem Einflusse des Windes beginnt, indem der letztere durch die auf der Rast und im Gestelle befindlichen Materien gedrungen ist, und wo sich die Erze, durch die Einwirkung einer im Verhältnisse ihres Niederganges zunehmenden Hitze, zur Schmelzung vorbereiten.

Die Schmelzmaterialien werden um so besser vorbereitet, und der Betrieb ist im Allgemeinen um so regelmäßiger, je weiter der Kohlensack ist; allein dabei ist es Bedingung, daß die Windmenge im Verhältnisse stehe und hinreichend sei, eine lebhafte Verbrennung zu unterhalten. Wenn daher die Kraft zum Betriebe des Gebläses beschränkt ist, so berechnet man diese Oberfläche so, daß auf das Quadratmeter und in der Minute 8 bis 12 Kubikmeter Wind gegeben werden können, welches einer Verbrennung von 60 bis 90 Kil. Holzkohle in der Stunde und auf dieselbe Oberfläche entspricht. Auch berücksichtigt man bei der Wahl der anzunehmenden Zahl die Schmelzbarkeit der Erze, denn der Durchschnitt muß um so geringer sein, je strengflüssiger sie sind. Im entgegengesetzten Falle, d. h. wenn man Herr der zu liefernden Luftmenge ist, gründet man die Berechnung auf die zu erlangenden Producte. Man schätzt die

Menge der Kohle, welche sie erfordern, annähernd und leitet davon den Durchschnitt ab, indem man eine um so bedeutendere Verbrennung auf das Quadratmeter annimmt, je strengflüssiger die Erze sind.

Die Höhe des Kohlensacks über der Sohle des Ofens, ein sehr wesentlicher Punct, ist um so bedeutender, jemehr die Schmelzmaterialien eine längere Zeit zur Schmelzung und Verbrennung vorbereitet werden müssen, d. h., je strengflüssiger die Erze, und je dichter die Kohlen sind. Die untere Grenze ist 0,25 oder $\frac{1}{4}$ von der ganzen Höhe, die obere im Allgemeinen 0,33 oder $\frac{1}{3}$ und die mittlere 0,29.

In den ältern Hohöfen wurde der Kohlensack nur durch die Durchschnittsoberfläche des Schachtkegels mit der des Rastkegels gebildet. Jedoch ist die Nothwendigkeit, einen mächtigen Mittelpunct zu bilden, der den allgemeinen Gang regulirte, die Veranlassung gewesen, die beiden kegelförmigen Theile durch einen cylindrischen zu verbinden, dessen Volum mit dem des ganzen Ofens im Verhältnisse steht. Seine Höhe wechselt von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ des Durchmessers oder von $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{12}$ der ganzen Höhe, je nachdem man leicht- oder strengflüssige Erze verschmilzt, oder leichte oder feste Kohlen anwendet.

Höhe der Oefen.

Die Oefen müssen hoch genug sein, damit die Producte der Verbrennung die möglichst längste Zeit auf die Erze einwirken, und damit die Temperatur fast gleichförmig und dauernd von der Gicht bis zum Gestelle steige; denn es ist wesentlich, daß die Erze langsam und unmerklich nach und nach umgewandelt werden, und daß sie erst nach vollständiger Reduction zum Schmelzpuncte gelangen. In niedrigen Oefen erlangt man dies Resultat nur durch ein sehr enges

Gestelle, so daß die Gichten sehr langsam niedergehen, wobei aber nur eine geringe Production erfolgen kann.

Hohe Oefen sind daher der täglichen Production, der Brennmaterialien-Ersparung und der vollständigen Erzreduction günstig. Jedoch muß mit ihnen die Wirksamkeit des Gebläses im Verhältniß stehen, damit die Schmelzsäule von dem Winde gehörig durchströmt werden könne, und endlich müssen auch die Kohlen fest genug sein, damit sie von dem darauf drückenden Gewichte nicht zerbrochen werden.

Höhen, welche den vier- bis fünffachen Durchmesser des Kohlensackes betragen, scheinen die zweckmäßigsten zu sein; in den meisten Fällen hält man sich aber an das erste Verhältniß, indem man bei dem zweiten keinen größern Vortheil findet.

Von dem Schachte.

Der Schacht besteht aus einem abgestumpften Kegel, dessen Höhe $\frac{3}{4}$ bis $\frac{2}{3}$ der ganzen Höhe des Ofens beträgt, und dessen untere und obere Durchschnitte durch den Durchmesser des Kohlensacks und den der Gicht bestimmt sind.

Weite Schächte sind für einen guten Ofenbetrieb günstig, wenn das Gebläse von gehöriger Wirksamkeit ist.

Eine enge Gicht concentrirt die Wärme in dem Schachte, allein sie kann nur bei einem wirksamen Gebläse, bei leichten Kohlen und bei wenig zusammendrückbaren Erzen angewendet werden; bei schwachem Winde und bei ochrigen und mulmigen Erzen wendet man dagegen weite Gichten an. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß man durch eine Verengung der Gicht nie zu einer bessern Benutzung des Brennmaterials gelangt; man erreicht diesen

Zweck nur dann, wenn man dem Ofen, und folglich dem Schachte, eine hinlängliche Höhe giebt, und die Gicht muß immer weit genug sein, daß die Gase leicht ausströmen können. Es ist dies ihr Hauptzweck, und er darf nicht gehindert werden, wenn man eine starke Production bezweckt, denn man hat gefunden, daß enge Gichten den Betrieb bedeutend aufhalten und die Production vermindern. Kurz, der Durchschnitt der Gichtöffnung muß im Verhältnisse der zu verbrennenden Kohlenmenge stehen, und er kann um so größer sein, je höher der Ofen ist. Bei den kleinern Hohöfen ist sein Durchmesser gewöhnlich $\frac{1}{3}$ von dem des Kohlensacks, und bei größern, deren Höhe 9—10 Met. (28—32 Fuß) übersteigt, darf er nicht geringer, als $\frac{2}{5}$, sein.

Die Esse, welche sehr häufig über der Gicht angebracht ist, hat den Zweck, den aus derselben entweichenden Flammen eine bestimmte Richtung zu geben, und das Aufgeberpersonal zu schützen. Sie ist mit Oeffnungen versehen, welche zur Einführung der Gichten dienen, und niedrig genug, um einen nur schwachen Zug zu veranlassen.

Von der Rast.

Die Höhe und die Neigung der Rast hängen von der Beschaffenheit der Schmelzmaterialien, sowie von der der Producte, ab. Dichte Kohlen, die einen starken Wind erhalten, erfordern weit höhere und steilere Rasten, als leichte Kohlen, die bei schwachem Winde brennen, der die durch einen schnellen Gichtengang stark zusammengedrückten Schmelzmaterialien nicht gehörig durchdringen kann. Dasselbe findet bei locker liegenden und bei solchen Erzen statt, die wegen ihrer Strengflüssigkeit nur nach langer Vorbereitung zum Schmelzen gelangen können.

Ein Winkel von 70° ist die äußerste Grenze, die man mit sehr strengflüssigen Erzen und mit einem sehr starken Winde erreichen kann; bei schwachem Winde und leichtflüssigen Erzen geht man selten unter 45° herab und hält sich gewöhnlich zwischen 55° und 65°.

Es ist natürlich, daß man der Rast die größtmögliche Neigung zu geben sucht, damit ein rascher Gichtengang und eine starke Production erfolgen. Es geht dies um so leichter, je höher der Ofen ist, weil man dann die Geschwindigkeit des Gichtenganges steigern kann, ohne die Zeit des Aufenthaltes der Erze in dem Apparate zu vermindern, und folglich die Beschaffenheit des Products zu verändern.

Von dem Gestelle.

Das Gestelle ist derjenige Theil des Hohofens, in welchem die Schmelzung vollendet wird, wozu die Materialien auf der Rast vorbereitet worden sind. Zuweilen fällt es mit der letztern zusammen, gewöhnlich aber bildet es einen besondern Raum. Die bei dem Gestelle angestellten Betrachtungen lassen sich übrigens auch auf die Rast anwenden, indem beide eng miteinander verbunden sind.

Die Gestalt des Gestelles muß mit den übrigen Elementen des Betriebes so verbunden werden, daß in demselben die zur Schmelzung und zur Abscheidung des zu gewinnenden Roheisens erforderliche Temperatur erzeugt werden kann. Demnach ist, bei übrigens gleichen Umständen, das Gestelle bei der Erzeugung von grauem Roheisen höher und enger, als bei der Darstellung von weißem. Ein starker Wind, dichte Kohlen und leichtflüssige Erze gestatten, ihm eine größere Weite und eine geringere Höhe zu geben, während ein schwacher Wind, leichte Kohlen und

strengflüssige Beschickung zu höhern und engern Formen der Gestelle führen.

Die Höhe des Gestelles beträgt gewöhnlich $\frac{1}{7}$ von der ganzen Höhe der mit einem wirksamen Gebläse versehenen Hohöfen; jedoch muß man oft, wenn es am Winde fehlt, dieses Verhältniß überschreiten.

Die Neigung der Wände ist um so geringer, je mulmiger die Erze sind, und je weniger sie von dem Winde durchdrungen werden können; um so stärker, je enger der mittlere Durchschnitt ist. Gewöhnlich beträgt er $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ der Höhe und ist geringer bei grauem, als bei weißem Roheisen. Die untern Dimensionen sind durch die **Breite des Heerdes** bestimmt, welche $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ von dem Durchmesser des Kohlensacks beträgt.

Im Allgemeinen muß man so geräumige Gestelle, als nur möglich, anzuwenden suchen; sie sind am Dauerhaftesten und geben die größte Roheisenproduction, denn wenn man einen Ofen als einen sehr großen Heerd betrachtet, dessen Kohlensack den Rost darstellt, so muß das Gestelle als ein Regulator angesehen werden, der, je nach seinen Dimensionen, das Eingehen und den Verbrauch des Brennmaterials, die Schmelzung der Beschickung und die Erzeugung des Roheisens aufhält, oder beschleunigt. Wenn demnach das Volum und die Pressung des Windes gegeben sind, so hängt die Arbeit des Ofens hauptsächlich von der Form und von der guten Ausführung aller Theile des Gestelles ab. Es muß daher möglichst zweckmäßig entworfen, mit den dauerhaftesten Materialien construirt und in genaue Verbindung mit der Rast gebracht werden.

Von dem Heerde.

Der Heerd oder das **Untergestelle** dient dem in dem Gestelle gebildeten Roheisen als Behälter;

es nimmt den Boden desselben ein, während die es begleitenden Schlacken sich über dem Metallbade aufhalten und es gegen die entkohlende Einwirkung der Luft schützen.

Seine Form ist gewöhnlich die eines rechtwinklichten oder trapezoidalen Parallelepipedums. Der hintere Theil heißt die Rückseite, die beiden langen Seiten die Backenstücke, der Boden so oder die Sohle und die vordere Seite der Wall- oder Dammstein.

Der räumliche Inhalt des Heerdes ist mit den Dimensionen des Ofens verschieden und muß bedeutend genug sein, um das Product eines Betriebes von 8 bis 12 Stunden aufnehmen zu können. Seine Tiefe ist im Allgemeinen seiner Breite gleich, oder selbst etwas geringer, und seine Länge ist das drei- oder dreieinhalbfache der Breite.

Die Backen nehmen die Formen auf, und durch den Dammstein wird den Schlacken und dem Roheisen ein Abfluß gewährt. Letzteres fließt durch eine Oeffnung am untern Theile ab, erstere aber auf einer geneigten Ebene, welche von der Abstichöffnung für das Roheisen durch das sogenannte Leistenblech getrennt ist.

Man construirt den Heerd mit demselben Materiale, wie das Gestelle, von feuerfesten Ziegelsteinen, Quadersteinen oder von sogenannter Masse, d. h. einem Gemenge von Thon und Sand. Heerd und Gestelle gehen unmerklich in einander über, oder es ist ersteres nur eine Verlängerung des letztern.

Von den Formen.

Die Formen sind auf der obern Ebene des Heerdes angebracht. Bei Holzkohlenhohöfen wendet man nur zwei an, von denen jede in einer Backe

und die eine rechts, die andere links von der Achse des Ofens liegt, so daß die durch dieselben einströmenden Luftmassen sich nicht unmittelbar treffen. Bei nur einer Form legt man diese in die Backe, welche am Entferntesten von dem Abstiche ist, und nähert sie stets der Rückseite, theils um den Tümpel zu schonen und theils, um denjenigen Theil des Heerdes, dessen Reinigung mit der Brechstange am Meisten Mühe macht, in einer hohen Temperatur zu erhalten. Jedoch wird bei einer Form das Gestelle stets ungleich angegriffen, die Rückseite und die Windseite (die der Form entgegengesetzte Backe) werden weit früher zerstört, als die übrigen. Es ist dies ein wesentlicher Grund für die Anwendung zweier Formen.

Wenn die einem Ofen zugeführte Windmenge mehr als 25 Kubikmeter beträgt, so ist es unerläßlich, zwei Formen anzuwenden, und wenn man den Holzkohlenhohöfen gleiche Dimensionen, wie den Coakshohöfen, gäbe, so würde es ohne Zweifel zweckmäßig sein, noch eine dritte Form an der Rückseite anzubringen.

Die Formen müssen horizontal liegen, denn giebt man ihnen eine Neigung in den Heerd, so wird die Schlacke von dem Roheisen geblasen und dieses selbst entkohlt. Bei ganz kleinen Oefen bestehen die Formen aus kleinen conischen Oeffnungen, die in dem einen Backensteine des Gestelles angebracht worden sind, und die man mit Lehm ausfüttert, wenn sie durch Einwirkung des Feuers angegriffen und erweitert worden sind. Bei gut eingerichteten Oefen besteht die Form aus Gußeisen, Eisen- oder Kupferblech, und sie ist doppelt, so daß ein Wasserstrahl hindurchgehen kann. Die Wasserformen verdienen, wegen ihrer Dauer und wegen der Regelmäßigkeit ihrer Wirkung, den Vorzug vor allen andern.

In der Form findet die Deupe oder Düse, durch welche die Gebläseluft ausströmt, und die aus Gußeisen oder Eisenblech besteht, ihren Platz.

Von dem Tümpel.

Tümpel nennt man die untere Wand des Gestelles nach dem Arbeitsgewölbe zu.

Seine innere Fläche liegt gewöhnlich in einer Entfernung von der Achse, die größer ist, als die halbe Entfernung von den Backen, so daß der untere Durchschnitt des Gestelles rechteckig, statt quadratisch ist. Da der obere Durchschnitt sich stets soviel, als möglich, symmetrisch zu der senkrechten Achse verhalten muß, so ist es zur Erlangung des gewünschten Abstandes hinreichend, dem Gestelle auf der Tümpelseite eine größere Neigung zu geben, als an den andern; zuweilen ist dieser Theil auch ganz senkrecht.

Die ungleiche Neigung der Gestellwände kann die Regelmäßigkeit des Gichtenganges vermindern; jedoch hat dies keine Nachtheile, wenn die Differenzen nicht zu bedeutend sind. Es hat diese Einrichtung außerdem den Zweck, den Tümpel zu schonen, indem man ihn etwas von der Linie der höchsten Temperatur entfernt und dadurch seine Abnutzung vermindert, indem auf diese Weise das Sinken der Materien auf der innern Wand erleichtert wird; es ist wesentlich, keine von den Vorsichtsmaßregeln zu vernachlässigen, welche seine Dauer verlängern können.

Seine Lage, im Verhältnisse zu der Ebene der Formen oder des obern Theils des Heerdes, ist nach dem Betriebe des Ofens, oder vielmehr nach den Gewohnheiten der Arbeiter verschieden. Bei den kleinen Oefen, welche sehr flüssige Schlacken geben, kann man die Tümpel 4 bis 5 Centimeter (1½ bis 2 Zoll) unter die Formen legen; der Heerd ist dann

etwas schwierig zu reinigen; allein er hält die Wärme sehr zusammen. Bei den großen Oefen kann man ihn 5 bis 6 Centimet. (2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll) höher, als die Formen, legen, um die Arbeit und das Abziehen der zähern Schlacken zu erleichtern. Im Allgemeinen ist es aber am Zweckmäßigsten, Tümpel und Formen in eine Ebene zu legen, um den Wärmeverlust zu vermindern, der aus der vorhergehenden Einrichtung hervorgeht.

Der untere Theil des Tümpels ist 4 bis 6 Decimeter (15 bis 24 Zoll) stark. Man schützt ihn gegen die Abnutzung durch die Brechstangen, durch das sogenannte Tümpeleisen, d. h., man bildet die innere Kante durch ein quadratisches Stück Schmiedeeisen, oder durch ein im Innern hohles Stück Gußeisen, durch welches ein Wasserstrahl geleitet wird. Die Wassertümpel sind sehr dauerhaft und zweckmäßig. Bei manchen Hohöfen ist der Tümpelstein auch nur durch eine Eisenplatte geschützt.

Von dem Wallsteine.

Der Wall- oder Dammstein ist ein Stück Gußeisen, welches den Heerd an seiner äußern Seite verschließt. Häufig besteht er auch aus feuerfestem Sandstein.

Der offene, 3 bis 4 Decimeter (12 bis 15 Zoll) lange Raum zwischen dem Wallstein und der Außenseite des Tümpels, heißt Vorheerd und dient zum Ausschöpfen des Roheisens mit den Schöpfkellen und zur Einführung der Gezähe zum Reinigen des Heerdes.

Die oberste Kante des Wallsteins darf nicht höher liegen, als die Ebene der Formen, fast immer liegt sie aber etwas niedriger. In beiden Fällen ist sie gewöhnlich mit einem 5 bis 8 Centimeter (2 bis

3 Zoll) tiefen Ausschnitt für den Abfluß der Schlakken versehen. Auf der innern Seite sind die gußeisernen Wallsteine durch eine Schicht feuerfesten Sandstein geschützt, der man eine Böschung von 50 bis 60° giebt.

Unten ist der Wallstein an der einen Ecke mit dem Heerde an einer 0,08 bis 0,10 Met. (3 bis 4 Zoll) breiten und 0,12 bis 0,15 Met. (4½ bis 6 Zoll) hohen Oeffnung versehen, die gewöhnlich mit Lehm oder schwerem Gestübbe verschlossen ist, und durch welche man mit der Brechstange eine Oeffnung stößt, wenn man das Roheisen ablassen will. Hin und wieder sind mehrere kreisrunde Oeffnungen über einander angebracht, durch welche man theilweise Abstiche machen kann. Diese, hauptsächlich bei Hohöfen, die zur Gießerei betrieben werden, angewendete Einrichtung gestattet das Ablassen des Roheisens, ohne das Gebläse abzustellen, wie dies gewöhnlich der Fall ist, wenn man aus dem Vorheerde und nicht aus einem besondern Schöpfheerde schöpft. Diese sind neben dem Vorheerde angebracht, stehen mit diesem durch einen Canal in Verbindung und gestatten das Ausschöpfen des Eisens, ohne den Betrieb des Ofens zu stören und ohne den Arbeiter zu sehr durch Hitze zu incommodiren. Es sind daher die Stichheerde zum Ablassen des Eisens und die Schöpfheerde nicht genug zu empfehlen, da durch die häufigen Betriebsstörungen beim aus dem Vorheerde die Production der Hohöfen vermindert, der Brennmaterialienaufwand aber erhöht wird. Es wird nämlich zu häufig die Temperatur vermindert und der Gichtengang unregelmäßig.

Betrieb der Blauöfen.

Die Höhe der Blau- oder Blaseöfen beträgt 10 bis 35 Fuß und noch mehr. Man verschmelzt in

denselben nur leichtflüssige Erze bei hohem Erzsatz und mit Holzkohlen, ohne daß man eine Versetzung des Ofens durch zu viel Erz zu befürchten hat. Tritt sie aber wirklich ein, so hat sie nicht so nachtheilige Folgen, wie bei strengflüssigen Erzen, sondern man darf nur das Gebläse etwas schwächen (eine bei strengflüssigen Erzen und besonders bei Coaks sehr gefährliche Operation) und einige Schaufeln voll zerstoßenem reinen Quarz durch die Form in den Heerd bringen, wodurch eine sehr hitzige und flüssige Schlacke entsteht, welche die im Heerde angewachsene zähe Schlacke und das etwa schon entstandene Frischeisen auflös't und erweicht. Außerdem sucht man den Gang absichtlich mehr roh als gar einzurichten, weil das Roheisen bei dem Gargange zu viel Hitze erhält und zu flüssig vor die Form kommt, so daß es (was man unter andern Umständen mit Mühe zu bewirken sucht) allen Kohlenstoff behält, dessen Abscheidung beim Verfrischen mehr Mühe und Zeit erfordert. Auch hat der Ofen bei einem garen Gange immer eine stärkere Hitze, wobei der Schacht viel mehr leidet, als bei einem weniger garen Gange, weßhalb man wohl zuweilen schon aus dieser Rücksicht, auch dann, wenn man wirklich gares Eisen (zu Scheibeneisen oder Platteleisen) erzeugen will, bald wieder den weniger garen Gang eintreten zu lassen genöthigt ist. Ist der Gang aber wirklich einmal gar, so kann man leicht den Eisensteinsatz erhöhen und einige Schaufeln voll gepochtem Spatheisenstein durch die Form in den Heerd bringen, um dadurch eine plötzliche Abkühlung zu bewirken. Ein zu garer Gang, welcher die Verschlackung des in großer Höhe über der Form schon erzeugten Roheisens bei zu steifer Schlacke zur Folge hat, kann daher bei den leichtflüssigen Erzen selten zum Vorschein kommen, weil der Erzsatz schon gewöhnlich stärker, als zur Erzeugung des garen Roh-

eisens nöthig war, eingerichtet wird. Kommt er aber vor, so werden eine augenblickliche Schwächung des Gebläses zur Herunterbringung des Schmelzpunctes und die gewöhnlichen Abkühlungsmittel des Heerdes den Gang bald wieder verbessern.

Ueber die Construction der Blauöfen haben wir schon weiter oben geredet und dieselbe mit Hülfe von den Figuren 64 und 65 erklärt.

Soll der Schmelzraum für einen Blauofen gebildet werden, so wird zuerst der aus Sand- oder Kalkstein bestehende Bodenstein auf eine vorher geebnete Lehmsohle gewöhnlich dergestalt gelegt, daß er etwas Neigung gegen den Abstich erhält. Muß der ganze untere Theil des Schachtes neu gemacht werden, so nennt man diese Arbeit Sumperschlagen, das Ausbessern der ausgebrannten Stellen aber Reifsetzen. Man nimmt dazu nach der Chablone behauene Sandsteine, die schichtenweis aufgesetzt werden, und die sich mit den Steinen des obern Kernschachtes, der gewöhnlich nicht neu eingesetzt wird, genau vereinigen müssen. Bei dieser Aufführung des untern Kernschachtes wird sogleich auf die Oeffnungen für die Formen, sowie auf den Schlitz in der Brust Rücksicht genommen. Der letztere wird 14 bis 15 Zoll breit gemacht, allein wenn der ganze Schacht fertig und das Ein- und Auskriechen aus demselben nicht mehr erforderlich ist, so wird er durch besondere Steine bis auf 7 Zoll Breite verengt. Bei einer andern Art der Zustellung wird die Ofenbrust nicht durch einen Schlitz, sondern durch Löcher zum Abstechen und Schlackenlaufen, welche in einem besondern Schlußstein angebracht sind, geöffnet.

Ein neuer Schacht hält gewöhnlich 2 bis 3 Jahre, ehe er gegen einen andern ausgewechselt werden darf; in der Formhöhe brennt er am stärksten aus und muß daher jedesmal nach Beendigung einer Campagne,

die 20 bis 30 Wochen dauert, an den schadhaften Stellen ausgebessert und der ausgebrannte Bodenstein zugleich gegen einen neuen ausgewechselt werden. Nach erfolgter Zustellung wird der Ofen bei fast ganz verschlossener Gicht mit brennendem, zuerst von der Ofenbrust und dann erst im Schacht selbst angezündetem Holz ausgewärmt, und wenn man die Feuchtigkeit ausgetrieben zu haben glaubt, der Ofenschacht gereinigt, die Form (Eßeisen) eingelegt, der leer gebliebene Raum um die Form vermauert und der obere Theil der nun noch 7 Zoll breiten Abstichöffnung mit Thonsteinen geschlossen, so daß nur unten eine Oeffnung zum Ablassen des Eisens und der Schlacke bleibt, welche mit schwerem Gestübbe zugemacht und beim jedesmaligen Abstechen durchstoßen wird. Darauf füllt man den Schacht theilweise oder gänzlich mit Kohlen an und läßt ihn einige Tage lang ausglühen, giebt dann Erz auf, läßt das Gebläse langsam an und füllt den in der Gicht entstehenden leeren Raum stets wieder mit neuen Schichten (Gichten) von Kohlen und Erz wieder aus. Die Quantität der Kohlen bleibt sich stets gleich, und nur die der Erze wird nach Umständen vergrößert oder verkleinert. Sobald sich im Heerde Roheisen und Schlacke zeigen, müssen letztere entweder für sich allein, oder mit jenem zugleich abgestochen werden. Das abgestochene Roheisen läuft entweder auf einen nicht sehr vertieften Heerd von schwerem Gestübbe, oder in eine ebenfalls aus schwerem Gestübbe zubereitete tiefere Grube, worin es mit Wasser besprengt und in Scheiben oder Platteln (Blatteln) zerrissen wird, wozu jedoch nur das bei einem mehr garen Gange erblasene Roheisen geeignet ist. Das in die flachen Heerdformen abgelassene Roheisen pflegt man Flossen zu nennen.

Härtere, trockne, in nicht zu großen Stücken vorkommende Kohlen und leichtflüssigere, sowie trocknere

und besser geröstete Erze gestatten einen stärkern Erzsatz, der sich durch die dünnflüssigen Tropfen vor der hellleuchtenden Form, sowie durch starke Flammen, ohne sichtbaren Rauch auf der Gicht, zu erkennen giebt. Dabei ist das Roheisen sehr flüssig, die Schlacke fast ungefärbt und wird beim Begießen mit Wasser schaumig und bimssteinartig. Ein zu starker Erzsatz giebt sich durch eine dunkle Form, durch das sogen. Nasen, d. h. Ansetzen von Eisen und Schlacke an die Form, und durch wenige, mehr oder minder dunkel gefärbte Schlacke zu erkennen. Die Gichtflamme ist stark, aber von dunklem Rauch begleitet, und kommt dazu ein Rücken und Kippen, d. h. ein ungleichförmiges Niedergehen der Gichten, so muß man den Gang verändern und ihn mehr gar einrichten. Ist bei einem übrigens guten Gange die Schlacke schmierig und zäh und die Form dunkel, so sind die Erze, in Folge einer schlechten Röstung oder durch zu große Stücke, strengflüssiger, und man muß alsdann das Gebläse verstärken, um den Schmelzpunct höher zu führen.

Gewöhnlich sticht man beim sogenannten Floßschmelzen alle 2 bis 3 Stunden Eisen und Schlacke zusammen ab, und nur beim Verschmelzen armer oder Zuschlag erfordernder und viel Schlacke gebender Erze, oder beim unregelmäßigen Gange des Ofens und bei Versetzungen, die Schlacke allein. Beim Schmelzen des Platteleisens, oder beim Gargange, hält man das Eisen länger, um die Grube, welche auch aus einer haltbarern eisernen Form bestehen kann, auszufüllen, aus welcher das Roheisen dann scheibenweise ausgehoben wird. Der Abstich wird dicht am Bodenstein geöffnet und nach erfolgtem Abfluß des Eisens und der Schlacke wieder mit schwerem Gestübbe verschlossen. Die auf dem Eisen schwimmende Schlacke bringt man durch Begießen mit Wasser zum Erstar-

ren, zieht sie vom Eisen ab und bringt die noch viel (an 6 Procent) Eisen enthaltenden Schlacken in das Pochwerk. Wenn die Blauöfen leichtflüssige Erze verschmelzen, so ist die Arbeit im Heerde sehr leicht und besteht nur im Losstoßen etwa festgeschmolzener Massen mit der Brechstange und im Reinigen des Formmauls mittelst des Formhakens. Zeigt sich an der Form zähe Schlacke, so ist dies ein Zeichen von strengflüssiger Beschickung, und zeigt sich Frischeisen, so deutet dies auf großen Rohgang. Beim Abstechen bringt man das Gebläse zum Stillstand, oder man versetzt die Form mit dem sogen. Formlöffel, damit die Flamme nicht aus dem Abstich schlage und den Bodenstein zu sehr angreife. Bei sehr leichtflüssigen Erzen und bei einem mehr rohen als garen Gange des Ofens sticht man das Eisen oft ab, weil die Schlacke, besonders bei der sehr großen Weite des Schmelzraums, leicht zu zäh und zu steif und das Niedersinken der Roheisenkörner verhindert werden würde, wenn man sie zu lange im Heerde zurückhielte.

Das gare Roheisen von Spatheisensteinen zeigt, wenn es aus dem Ofen kommt, eine mehr oder weniger rothe Farbe, fließt sehr hitzig und dünn und hat beim Erstarren in den Flossenformen eine concave Oberfläche. Es ist fest, nicht spröde und etwas dehnbar, hat auf dem körnig-blättrigen Bruch eine graue Farbe, wird aber wegen der niedrigen Temperatur, in welcher es in einem weiten Schmelzraum erzeugt worden, eine große Neigung durch plötzliche Abkühlung weiß zu werden. Die Schlacke ist sehr flüssig, leicht, hell von Farbe und vollkommen glasig. Man vermeidet jedoch die Erzeugung dieses Roheisens, wenn es nicht zu Gußwaaren verwendet werden soll, sondern stellt lieber grelles Roheisen dar, wozu weniger Kohlen erforderlich sind, und welches sich besser verfrischen läßt.

Das halbirte Roheisen fließt ebenfalls mit rother Farbe aus dem Ofen, erstarrt aber schneller und deßhalb mit ebener Oberfläche. Im Bruche ist es weiß mit grauen Flecken, mehr strahlig als blättrig, auch ist es härter und spröder als das graue. Die Schlacke ist glasig, dichter und dunkler gefärbt. Man erbläs't diese Roheisensorte jedoch nur zufällig.

Das sogen. neutrale Roheisen, auch Spiegelfloß, Spangeleisen oder dünngrelles Roheisen genannt, entsteht bei völligem Gargange, weßhalb es auch weißgares Roheisen heißt und wird an manchen Orten besonders zu Stahlbereitung dargestellt. Es fließt dickflüssig, jedoch mit hellerer Farbe, aus dem Ofen und erstarrt schnell mit Funkensprühen und mit rauher Oberfläche, ist auf dem Bruche weiß, stark glänzend, blättrig, ferner spröde und hart (daher auch Hartfloß genannt). Die Schlacke ist ebenfalls glasig und hell, zeigt aber viel Grün und Blau in der Mischung. So schwierig die Erzeugung solchen Roheisens bei strengflüssigen Erzen sein würde, so gefahrlos ist sie bei leichtflüssigen; jedoch ist ein solcher Ofengang schwierig zu führen, besonders bei niedrigen Oefen, indem durch einige leichtere oder schwerere Erzschichten sehr leicht ein garerer oder roherer Gang erfolgt und das Eisen keine Spiegelflächen mehr zeigt. Vortheilhaft ist ein solcher Betrieb schon dadurch, daß dabei die Kohlen den stärksten Erzsatz, ohne weitere schlimme Folgen, zu tragen vermögen. Bei einem übersetzten Ofengange erhält man dickgrelles Roheisen, Weichfloß oder luckige (löcherige) Flossen genannt, welches sich mehr aus dem Ofen wälzt, als fließt, breiartig, außerhalb des Ofens weiß ist, viele Funken mit Geräusch um sich her wirft und sehr plötzlich mit einer rauhen, unebenen Oberfläche erstarrt, Farbe und Glanz sind silberartig, der Bruch ist dicht, voll Blasen und Löcher, und es ist nicht spröde, ei-

gentlich ein stahlartiges, jedoch lieber Eisen als Stahl gebendes Roheisen. Die Schlacke ist dickflüssig, sehr dunkel und mehr erdig als glasig. Ein höherer Ofen muß bei lang anhaltendem derartigen Betriebe bald ersticken. Jedoch sucht man hin und wieder in niedrigern Oefen das luckige Floß absichtlich darzustellen, weil es ein treffliches Eisen ohne bedeutenden Abgang giebt; es nähert sich schon dem Stückofeneisen. — Die sogen. blumigen Flossen machen einen Uebergang vom Spiegeleisen zum Weichfloß, und der Ofengang ist dabei schon ungar.

Nachdem nun der Ofen 20 bis 40 Wochen im Betriebe gestanden hat, ist er unten bei der Form sehr ausgeblasen und weit geworden, auch ist der Bodenstein zu tief weggeschmolzen, und es muß zum Ausblasen geschritten werden, da kein reines Ausschmelzen mehr erfolgt und die Kohlengichten den hohen Erzsatz nicht mehr tragen können. Es bleibt bei dem Niederblasen gewöhnlich eine Masse stahlartigen Roheisens (der Wolf) auf dem Boden zurück, den man ausbrechen muß. Darauf wird ein neuer Heerd- oder Bodenstein gelegt, der Schacht ausgebessert, oder mit einem neuen vertauscht und der Ofen von Neuem in Betrieb gesetzt.

Betrieb der Hohöfen.

Das Anblasen oder Anlassen.

Das Anblasen eines neuen Hohofens erfordert einige Vorbereitungen, welche darin bestehen, alle Feuchtigkeit aus ihm zu entfernen und ihn nach und nach in die hohe Temperatur zu bringen, welche bei seinem Betriebe erforderlich ist.

Man unterscheidet bei einem Hohofen das äußere Gemäuer, welches aus gewöhnlichem Mauerwerk be-

steht, und die innern Theile, welche die Schmelzmaterialien aufnehmen, und auf welche die Wärme unmittelbar einwirkt. Letztere werden stets nach den Ersteren aufgeführt, und es kann dies selbst erst dann geschehen, wenn jene abgetrocknet sind.

Abwärmen der Oefen.

Das Abtrocknen und Anwärmen des Hohofengemäuers ist eine sehr wesentliche Operation, wozu man bei der Construction desselben besondere Einrichtungen trifft. Es ist daher nothwendig, daß es senkrechte Essen haben muß, die von unten bis oben hingehen, und deren Anzahl mit der Dicke des Mauerwerks im Verhältnisse steht. Es muß in jeder Ecke wenigstens eine solche Esse vorhanden sein, und es gehen von denselben horizontale Canäle aus, die etwa 0,50 Met. (19 bis 20 Zoll) von einander entfernt sind, und die nach Innen und Außen auslaufen.

Man beginnt das Anwärmen damit, daß man auf dem Boden einer jeden dieser viereckigen Essen kleine Oefen anbringt, deren warme Luft und Rauch das Mauerwerk durchzieht und abtrocknet. Oder man läßt alle Essen von einem Puncte in dem Fundamente ausgehen, bringt daselbst einen einzigen Heerd an, der die Producte der Verbrennung nach allen Richtungen verbreitet. Sei aber die Art des Brennmaterials und dessen Benutzung, welche sie wollen, so muß die Wärme im Anfange um so geringer sein, je frischer das Mauerwerk ist, damit es nicht durch eine zu schnelle Verdampfung der feuchten Theile in demselben Risse bekomme. In dem Maße, daß das Trocknen vorschreitet, steigert man die Feuerung auf den Heerden, und man hört erst dann damit auf, wenn man sich überzeugt hat, daß der oben ausziehende Rauch keine Wasserdämpfe mehr auf seinem

Durchgange durch das Gemäuer aufnimmt. Die Dauer dieser Operation kann nicht bestimmt werden, indem sie gänzlich von den Umständen abhängt, unter denen sie stattfindet.

Nachdem dies Trocknen vollendet, oder wenigstens sehr vorgeschritten ist, beginnt man den Bau des Schachtes, des Heerdes, des Gestelles und der Rast. Auch diese werden auf gleiche Weise getrocknet und abgewärmt, indem man die Formen verschließt, vorn am Heerde einen Ofen errichtet, der erst wenig und dann stärker gefeuert wird, indem man den Zug durch die Gichtöffnung regulirt.

Um die Wirkung des Feuers auf den Tümpel, sowie auf die Wände des Heerdes und des Gestelles, zu vermeiden, bekleidet man sie mit gewöhnlichen, auf die hohe Kante gestellten Ziegelsteinen, oder man überzieht sie mit einem Gemenge von fein gepülvertem Kalk, Hohofen- und Frischschlacke, welches man mit Wasser zu einem Brei anrührt und diesen mit dem Pinsel aufträgt. Dieser Ueberzug verglas't durch die Glühhitze und schützt die Wände gegen das Zerspringen und das Ablösen von Schalen.

In dem Maße, daß die Wände sich nun erhitzen, steigert man die Temperatur, und wenn das Anwärmen weit genug vorgeschritten ist, so nimmt man den Ofen weg und füllt das Gestelle mit Kohlen an, sowie nach und nach, je nachdem sie zu glühen angefangen haben, den ganzen Schacht. Ist die ganze Kohienfüllung in Gluth, so können die ersten Erzgichten aufgegeben werden.

Die so eben beschriebene Methode des Anwärmens wird jetzt sehr allgemein angewendet, und sie ist deßhalb die wohlfeilere, weil sie die Anwendung jedes auf der Hütte leicht anschaffbaren Brennmaterials gestattet.

Hin und wieder geschieht das Anwärmen von

Innen aus durch unmittelbare Anfüllung des Gestelles mit Kohlen, welche man durch den Vorheerd anzündet, und man regulirt den Zug, den Verbrauch und das successive Nachfüllen des Brennmaterials nach dem Gange, den das Anwärmen selbst nimmt. Alle zwei Tage reinigt man den Heerd von der darin angehäuften Asche, indem man die Kohlensäule durch eine Art Rost zurückhält, den man aus Brechstangen bildet, die man quer über den Vorheerd, von einer Form zur andern und dann durch jenen über diese legt, so daß der Raum darunter sehr bequem ausgeleert werden kann. Nach der Reinigung nimmt man die Brechstangen wieder weg.

Man mag aber verfahren, wie man will, so muß das Anwärmen stets langsam und vorsichtig geschehen, indem die Dauer des Hohofens größtentheils von der Art und Weise abhängt, wie er die ersten Wirkungen der Ausdehnung ausgehalten hat.

Die vollständige Vorbereitung eines neuen Ofens zum Anblasen dauert, wenn man alle in solchen Fällen unerläßliche Vorsichtsmaßregeln anwendet, wenigstens 2 bis 3 Monate, und bei großen Oefen, die rasch aufgeführt werden und nicht viele Canäle zum Abzug der Feuchtigkeit haben, noch länger.

Das Anblasen.

Die Periode des Anblasens begreift die erforderliche Zeit, um einen gehörig angewärmten Ofen dahin zu bringen, daß die Kohlengichten den vollen Erzsatz tragen, und daß er allen Wind aufnimmt, der ihn speisen soll. Diese Periode hat eine um so längere Dauer, je bedeutender die Apparate, je strengflüssiger die Erze und je weiter die Grenzen, die Volum und Pressung des Windes erreichen sollen, ferner der Brennmaterialienverbrauch und die Roh-

eisenproduction, von dem Ausgangspuncte entfernt sind.

Die ersten Erzgichten müssen sehr schwach und, durch vielen Zuschlag, sehr leichtflüssig sein. Nimmt man die Kohlengicht als zweckmäßig bestimmt an, so kann man mit einer Erzgicht beginnen, die $\frac{1}{6}$ von dem Gewichte des Brennmaterials beträgt und der man $\frac{2}{3}$ von dem Gewichte des Erzes an Zuschlag hinzufügt. Man steigt nach und nach mit der Größe der Erzgicht und vermindert das Verhältniß des Zuschlags, bis daß man den vollen Erzsatz erreicht hat, den die Kohlengicht bei gutem Gange des Ofens zu tragen vermag. Jedoch steigt man nur dann mit dem Erzsatze, wenn die vorhergehenden Gichten zu keinem Zufalle und zu keinem schlechten Gange Veranlassung gegeben haben.

Sobald man eine Erzgicht aufgegeben hat, muß man den Gang des Ofens befördern, ohne jedoch Gebläsewind zu geben. Es ist zu dem Ende hinreichend, den Heerd frei zu machen und dann ein oder zwei Stunden lang einen Rost von Brechstangen zu machen, den man darauf alle 12 und dann alle 8 Stunden vorrichtet.

Sobald die Erzgichten den Heerd erreicht haben, welches der Arbeiter leicht bemerkt, reinigt man den Heerd gänzlich, bringt eine Schicht von Lösche hinein, um ihn gegen die ersten Einwirkungen der schmelzenden Materien zu schützen; man setzt darauf die Formen, den Wallstein und seine Nebentheile ein, man bedeckt den Vorheerd mit Lehm und läßt nur Wind von halber Pressung und die Hälfte der gewöhnlichen Menge ein. Heerd und Formen müssen oft und schnell gereinigt, die Schlacken müssen häufig abgezogen und es muß aufmerksam auf alle die kleinen Zufälle, die stets im Anfange des Ofenbetriebes vorfallen, geachtet

werden. Nach 24 bis 30 Stunden kann man gewöhnlich den ersten Abstich machen*).

Von diesem Augenblicke an vermehrt man das Volum und die Pressung des Windes, indem man in dieser Beziehung dasselbe progressive Steigen befolgt, als bei den Erzgichten. Nach 3 bis 5 Wochen, und wenn keine nachtheiligen Ereignisse erfolgt sind, hat der Ofen seinen ordentlichen Gang erreicht.

Ereignisse und Störungen.

Die häufig mit dem Anblasen verbundenen Störungen rühren von verschiedenen Ursachen her, von denen die meisten mit einer schlechten Vorbereitung des Hohofens verbunden sind. Schlecht abgewärmte Oefen erreichen den zu ihrem Betriebe erforderlichen Temperaturgrad nur schwer, und wenn man ohne denselben Erz aufgiebt, so können dadurch in dem Gestelle Versetzungen entstehen, welche den Betrieb vollkommen unterbrechen, so daß man den Erzsatz vermindern, den Zuschlag vermehren, auch wohl Schlacken von einem guten Gange zusetzen muß.

Zuweilen springen die Gestellsteine, wenn man zu schnell mit der Temperatur steigt, so daß dadurch die Dimensionen des Gestelles verändert werden können. Um solche Vorfälle zu verbessern, hat man den Vorschlag gemacht, auf den Formseiten einige Schaufeln voll möglichst reinen Kalkstein aufzugeben, welche vor der Form als glühender Teig anlangen und die Wände des Gestelles überziehen und so auf einige Zeit die abgesprungenen Stellen ersetzen.

Auch schlecht angebrachte Formen können unan-

*) Das Anblasen eines alten Hohofens, welcher bloß neu zugestellt worden ist, geht viel leichter und schneller von Statten.

genehme Zufälle veranlassen, zumal wenn sie dem Tümpel zu nahe liegen, indem alsdann derselbe, da er gegen die Einwirkungen einer hohen Temperatur zu schlecht vorbereitet ist, sehr bald abgenutzt wird und eine schnelle Auswechselung erfordert. In einem solchen Falle muß man mit den Erzgichten aufhören, das Gebläse einstellen, die beschädigten Theile herausbrechen, in dem obern Theile des Gestelles einen Rost anbringen, um die Schmelzmasse zu halten, und einen andern Tümpel einsetzen. Diese Operation, welche den Betrieb auf wenigstens 8 bis 12 Stunden unterbricht, kühlt den Ofen bedeutend ab und hält das Anblasen sehr auf.

Zuweilen rührt der Aufenthalt von dem Inbetriebsetzen eines neuen Gebläses und von der Nothwendigkeit her, zu große oder zu kleine Düsen auszuwechseln; allein im Allgemeinen ergreift man Vorsichtsmaßregeln, um Ereignisse dieser Art zu verhindern und zu ihrer schleunigen Abhülfe.

Abstiche von weißem Roheisen, zu steife Schlacke, dunkle Formen, sind Zeichen, deren Wahrnehmung zur Regulirung des Ofenbetriebes während der Periode des Anblasens dient. Man muß auf alle diese Erscheinungen des gestörten Ganges genau achten und das Uebel verbessern, ehe es zu weit vorgeschritten ist, indem man hauptsächlich dahin sieht, die Gichten mehr nach der Beschaffenheit der Temperatur zu regeln, als die Wärme durch eine vermehrte Windmenge zu rasch zu erhöhen.

Das Aufgeben der Gichten.

Die in regelmäßigen Zwischenräumen durch die Gichtöffnung in den Ofen gebrachten (aufgegebenen) Materialien, Brennstoffe, Erze und Zuschläge bilden die Gichten. Ihre Zusammensetzung und ihr

Volum ist seit Beginn des Ofenbetriebes bestimmt. Das Verhältniß der Erze und des Zuschlages verändert sich mit dem Gange des Ofens, wogegen die Menge des Brennmaterials während des ganzen Betriebes dieselbe bleibt.

Größe der Gichten.

Das Volum der Gicht muß mit dem Durchmesser der Gichtöffnung, mit dem des Kohlensackes und mit der Beschaffenheit der Schmelzmaterialien im Verhältnisse stehen. — Ein weiter Kohlensack und eine weite Gichtöffnung erfordern große Gichten, weil die durch dieselben erfolgende Abkühlung wenig bemerkbar, und weil es nicht nöthig ist, daß die Schmelzmaterialien zu tief sinken, ehe man zum neuen Aufgeben schreitet. Jedenfalls sind die Nachtheile um so geringer, je höher die Oefen sind. — Das größte Einsinken der Gichten darf 1,3 Met. (4 Fuß) nicht übersteigen, und mit Ausnahme einzelner Fälle, muß das Volum der Gichten danach berechnet werden.

Die Größe der Kohlengicht muß hinreichend sein, um im Kohlensacke eine dem Grade der Schmelzbarkeit des Erzes verhältnißmäßige Höhe einzunehmen, indem man annehmen kann, daß die bis zu einem gewissen Puncte in einem horizontalen Querschnitte des Ofens entwickelte Temperatur um so höher ist, je mehr Kohlen er enthält. Strengflüssige Erze erfordern daher einen dickern Querschnitt, als leichtflüssige, und dasselbe ist auch bei mulmigen und sehr zerkleinten Erzen der Fall, welche leicht durch die Kohlenschichten durchfallen. Nach denselben Principien müssen leichte und leicht zu verdrängende Kohlen in größern Gichten aufgegeben werden, als dichte und minder zerreibliche.

Wenn große Gichten den Nachtheil einer zu

starken Abkühlung des Schachtes haben, so haben kleine den Nachtheil, leichter Unregelmäßigkeiten des Betriebes zu veranlassen. Man muß daher Gichten von mittlerer Größe nehmen, und besonders erst Versuche anstellen, ehe man sich entscheidet.

Kohlengichten.

In Frankreich betragen die Kohlengichten gewöhnlich 5 Hectoliter (16,25 Kubikfuß), die, ohne die im Schachte verbrannten zu rechnen, im Kohlensacke eine 0,10 Met. bis 0,15 Met. (4—6 Zoll) dicke Schicht bilden. Sie sind sehr zweckmäßig bei Bohnenerzen von mittlerer Schmelzbarkeit, die in Hohöfen von 9 bis 10 Met. (28—32 Fuß) Höhe verschmolzen werden. — In Deutschland werden bei 30 bis 40 Fuß hohen und 6 bis 8 Fuß im Kohlensacke weiten Hohöfen Kohlengichten von 28 bis 30 Cubikfuß angewendet, die aber bei guten und festen Kohlen und bei locker liegenden Erzen sehr zweckmäßig auf 15 bis 20 Cubikfuß reducirt werden können. In Schweden und Norwegen werden 50 Cubikfuß bei 30flüssigen Oefen genommen, und am Ural sind Kohlengichten von 80 Cubikfuß, bei einer Höhe der Schächte von 40 Fuß und bei einer Weite im Kohlensacke von 8 Fuß, nicht ungewöhnlich.

Sehr wesentlich ist es, stets Kohlen von einerlei Beschaffenheit auf einmal anzuwenden: so dürfen nie harte und weiche im Gemenge gebraucht werden, theils wegen der Pressung des Windes, die bei den einen anders, als bei den andern sein muß, theils wegen ihres verschiedenartigen Nutzeffects und wegen ihrer verschieden schnellen Verbrennung. Auch müssen die Kohlen stets trocken sein, da die Verdampfung des in ihnen enthaltenen Wassers einen Wärmeverlust

und einen vermehrten Verbrauch an Brennmaterial veranlaßt.

Um die Ungleichheiten des Betriebes zu vermeiden, welche aus der Anwendung von zufällig feuchten Kohlen entstehen können, ist es sehr wesentlich, die Gichten dem Volum und nicht dem Gewichte nach zu messen, damit die aufgegebene Menge constante Gewichte für übrigens veränderliche Feuchtigkeitsgrade darstelle, die täglich zu schätzen, übrigens zu schwierig sein würde.

Die Kohlen werden hin und wieder noch in Körben, in sogenannten Füllfässern, in den Ofen getragen, oder in geflochtenen, mit einem hölzernen Gestelle und einem Rade versehenen Körben aufgefahren, oder besser noch in blechernen, mit eisernem Gestelle und Rädern versehenen Wagen auf einer Schienenbahn über die Gichtöffnung geschoben und dort entleert. Sie enthalten die ganze Kohlengicht, während ein Korb gewöhnlich nur einen Theil führt.

Erz- und Zuschlaggichten.

Während die Kohlengichten constant sind, wechselt die Menge des Erzes, welche sie zu tragen vermögen, nach seinem Eisengehalte, seiner Schmelzbarkeit, dem Betriebe des Ofens und nach der Beschaffenheit des zu erzeugenden Roheisens. Will man graues Roheisen produciren, oder ist der Gang des Ofens gar, so muß das Verhältniß des Erzes stets unter dem Maximum von dem sein, was die Kohle zu tragen vermag, so daß die Temperatur des Ofens nicht durch zufällige, Ursachen sinke.

Man muß die verschiedenen Erzarten, die man haben kann, stets mit einander gattiren, um Gemenge (Beschickungen) von constantem Eisengehalte und von gleichbleibender Schmelzbarkeit zu erhalten.

Diese Beschickung wird entweder in den Oefen selbst, oder vorher in der Nähe der Gicht gemacht, indem man die Erzsorten nebst dem Zuschlage in horizontalen Schichten übereinander schüttet. Ein solcher Haufen heißt das Möllerbett, die fertige Beschickung die Möllerung und der Ort, wo sie aufgeschüttet wird, der Möllerboden.

Das Aufgeben der Beschickung geschicht selten in hölzernen und blechernen Trögen, öfter in hölzernen Laufkarren, am besten in blechernen Wagen, die sich auf Schienen bewegen und sogleich die ganze Gicht auf einmal enthalten, welches bei jenen nicht der Fall ist, so daß mehrere Gefäße voll nach einander aufgegeben werden müssen.

Die Beschickung muß übrigens nach dem Gewichte und nicht nach dem Volume gemessen werden, indem dies das einzige Mittel ist, das Wasser zu berücksichtigen, welches sie enthalten können, ferner auch die Verschiedenheiten des Eisengehaltes, welche eine Beschickung zeigen kann. Man ist auf diese Weise im Stande, ein feststehendes Verhältniß zwischen der zu behandelnden Masse und der Wirkung, die man von den Kohlen erlangen kann, zu erhalten.

Die Zuschläge werden wie die Erze, jedoch mehr nach dem Volum, als nach dem Gewichte aufgegeben, und zwar entweder für sich, oder sogleich in bestimmten Verhältnissen im Möllerbette hinzugefügt. Die Größe des Korns, in welcher man die Zuschläge anwendet, muß im Verhältnisse zu der der Erze stehen, um die Verbindungen zu begünstigen, welche sie veranlassen sollen.

Die Reihefolge, nach welcher die Schmelzmaterialien aufgegeben werden, ist bestimmt; die Kohlengicht geht der Erzgicht vorher, damit die letztere leicht ihr Wasser verlieren könne und damit die Abkühlung, welche sie verursacht, weniger fühlbar sei.

Die Seite der Gichtöffnung, auf welcher das Aufgeben bewirkt wird, ist sehr gleichgültig. Gewöhnlich geschieht es an der Rückseite, jedoch ist es gut, diese Stelle nach Belieben verändern zu können, indem es besonders wesentlich ist, daß die Schichten eine gleichförmige Stärke haben, wodurch ein regelmäßiges Einsinken der Gichten befördert und ein Kippen derselben vermieden wird. Das unregelmäßige Niedersinken der Zuschläge an einer Seite des Ofens, wenn sie der Aufgeber stets an derselben Seite anhäuft, befördert die Zerstörung der Wände und die schnelle Veränderung der Dimensionen der Rast und des Gestelles.

Regelmäßigkeit des Aufgebens.

Der Aufgeber muß seine Arbeit mit der größten Genauigkeit ausführen und darf den Ofen nie ungespeis't lassen. An manchen Orten hat man daher eine Vorrichtung eingeführt, welche durch einen einfachen Mechanismus eine Glocke in Bewegung setzt, wenn die Gichten über ihre bestimmte Grenze hinaus gesunken sind. Diese dem Anscheine nach geringfügigen Aufmerksamkeiten haben einen sehr merklichen Einfluß auf die Production eines Ofens und auf seinen Brennmaterialienverbrauch. Man thut daher gut, keine Vorsichtsmaßregeln zu vernachlässigen, welche die Regelmäßigkeit und die Dauer des Betriebes sichern.

Gichtengang.

Die Anzahl der Gichten, oder, allgemeiner geredet, die Menge der Schmelzmaterialien, welche in 24 Stunden niedergehen können, ist, bei gleichen Materialien und bei demselben Ofen, nach seiner Temperatur und nach der Wirkung des Gebläses verschieden.

Diese Zahl ist um so bedeutender, je stärker die Hitze ist und je mehr der Wind die Verbrennung befördert. Die obere Grenze ist von der einen Seite der Punct, an welchem die Brennmaterialienmenge, die man im Verhältnisse zu dem Ofendurchschnitte verbrennen kann, nicht bedeutend genug ist, um die Temperatur in dem zur Roheisenproduction erforderlichen Grade zu erhalten, und auf der andern Seite derjenige Punct, an welchem die Geschwindigkeit des Gichtenganges so beschleunigt ist, daß die Schmelzmaterialien eine zu kurze Zeit im Ofen bleiben, um alle erforderlichen Umwandlungen erleiden zu können. — Im erstern Falle wird der Gang durch Versetzungen aufgehalten, und im zweiten wird der Zweck des Betriebes gänzlich verfehlt.

Sieht man die Beschaffenheit der Erze und die Qualität des zu erzeugenden Roheisens stets als unveränderlich an, so darf man annehmen, daß in jedem Ofen der zu einem guten Betriebe erforderliche Wärmegrad innerhalb sehr beschränkter Grenzen schwankt, und daß, bei übrigens gleichen Umständen, die Dauer der vollständigen Operation unabhängig von den Dimensionen des Ofens ist. Man macht daraus die nachstehenden Folgerungen:

1) In Oefen von gleicher Höhe und von verschiedenen Durchschnitten, die diesen letztern verhältnißmäßige Windmengen erhalten, ist die Zeit des Aufenthaltes der Materialien gleich; es sind ferner die Geschwindigkeiten des Gichtenganges in der Minute und Stunde gleich, und die Menge der in 24 Stunden aufgegebenen Materialien ist den Durchschnitten proportional.

2) Bei gleichen Durchschnitten und bei verschiedenen Höhen bleibt die Zeit des Aufenthaltes der Materialien dieselbe. Dagegen wechseln die Geschwindigkeiten des Gichtenganges mit den Höhen, und die

Menge der aufgegebenen Materialien verhält sich zu dem räumlichen Inhalte der Oefen, oder nur zu den Höhen, sobald die Durchschnittsformen nicht zu bedeutende Verschiedenheiten darbieten.

Betrachtet man die Zeit des Aufenthaltes der Schmelzmaterialien in einem Ofen in Beziehung zu der Erzgattung, so findet man, daß sie in dieser Beziehung nach dem Eisengehalte, nach der Schmelzbarkeit und Reducirbarkeit sehr bedeutende Verschiedenheiten darbieten. Die folgenden Beispiele können davon einen Begriff geben.

1) Der Hohofen zu Clerval, im Doubs-Departement. Er verschmelzt ein Gemenge von thonigem Bohnerze von der obern Saône, und von Kalkeisenstein vom Doubs, welches durchschnittlich 27,8 Proc. enthält. Auf 100 Beschickung verbrennt man 122 Kohle, und in 24 Stunden werden 2000 Kilogramm producirt. Täglich gehen 32 Gichten, und das Erz gelangt nach 25 Gichten zur Form. Jede Gicht gebraucht daher zu ihrem Niedergange $\frac{25 \times 24}{32}$ = 18 St. 45′. Da der Ofen 8,66 Met. hoch ist, so durchläuft jede Gicht in der Stunde 0,46 Met.

2) Ofen von Coat-au-Nos im französischen Nordküsten-Depart., in welchem man mit heißer Luft und mit rohem Holze eine sehr strengflüssige Beschickung von braunem und rothem Glaskopf mit 35 bis 37 Procent Eisengehalt verschmilzt. Die Gichten kommen in 18 Stunden zur Form, und da der Ofen 10 Met. hoch ist, so beträgt der von einer Gicht in einer Stunde durchlaufene Raum 0,55 Met.

3) In dem franz. Maas- und Marne-Depart. ist die Beschickung sehr leichtflüssig und enthält 30—33 Proc. Man verbraucht zu 100 Kilogramm Roheisen 120—130 Kilogr. Kohlen. Eine Gicht gebraucht,

um in dem 8—9 Met. hohen Oefen zur Form zu gelangen, im Durchschnitt 14 Stunden, welches eine Geschwindigkeit von 0,56 bis 0,64 Meter in der Stunde giebt.

4) In den Hohöfen im Großherzogthume Toscana verschmilzt man Eisenglanz von der Insel Elba, der 60 Proc. hält. Die Beschickung ist leichtflüssig und sehr leicht reducirbar, so daß man zu 100 Kil. Roheisen höchstens 100 Kilog. Kohlen gebraucht. Die tägliche Production beträgt in den verschiedenen Oefen 9 bis 13 Tonnen.

Der alte Hohofen zu Fellonica hat einen räumlichen Inhalt von 13,56 Cubikmeter, jede Gicht ein Volum von 0,315 Cubikmeter. Er enthält deren 43,30; allein wegen der Reduction, welche sie erleiden, kann man etwa $\frac{1}{10}$ mehr rechnen, d. h., 47,63 Gichten. Der Hohofen ist 8,22 Met. hoch, und es gehen 200 Gichten in 24 Stunden; jede Gicht gebraucht daher $\frac{47{,}63 \times 24}{200} = 5$ St. 42′ zum Niedergange, und der in einer Stunde durchlaufene Raum beträgt 1,43 Met. Findet der Betrieb mit heißer Luft statt, so beträgt das Volum der Gicht 0,629 Cubikmet.; die Zeit des Niederganges 6 St. 43′ und die Geschwindigkeit 1,22 Met.

Der Ofen von San Leopoldo wird mit heißer Luft betrrieben; er ist 7,72 Met. hoch, und sein räumlicher Inhalt beträgt 11,21 Cubikmet. Das Volum einer Gicht beträgt 0,315 Cubikmet., wenn man Roheisen für den Frischfeuer- und 0,482 Cubikmet., wenn man Roheisen für den Gießereibetrieb erzeugt. Im erstern Falle beträgt die Zeit des Eingehens der Gichten 5 St. 43′ und die Geschwindigkeit 1,34 Met.; im zweiten das Sinken 4 St. 5′ und die Geschwindigkeit 1,89 Met.

Der Hohofen von Cecina wird mit kalter Luft

betrieben; seine Höhe beträgt 7,23 Met., sein Volum 8,68 Cubikmet.; das Volum einer Gicht 0,315 Cubikmet.; die Dauer des Niederganges derselben 5 St. 18′ und die Geschwindigkeit 1,36 Meter.

Die erwähnten Beispiele machen den von der Beschaffenheit der Erze ausgeübten Einfluß sehr einleuchtend; denn ihnen allein kann man die ungeheure Production der Oefen in Toscana, sowie ihren so bemerkenswerthen und von den übrigen so abweichenden Betrieb zuschreiben. Man wird aber einsehen, daß es unmöglich ist, für jede Erzgattung die zu ihrer Verwandlung in Roheisen erforderliche Zeit im Voraus zu bestimmen, weil die auf den Hohofenbetrieb einwirkenden Ursachen zu zahlreich und zu verschieden sind, um von dem Einflusse einer jeden Rechenschaft geben zu können. Außerdem scheint es fast sicher zu sein, daß selbst für eine einzige Erzgattung die Zeit ihrer Umwandlung in Roheisen in sehr ausgedehnten Grenzen verschieden sein kann, ohne daß auf den Eisengehalt oder den Kohlenaufwand ein wesentlicher Einfluß stattfand. Man muß daher folgern, daß, unabhängig von der Temperatur, andere Ursachen bedeutend auf die Zeit der Verwandlung der Erze einwirken müssen. Sie sind aber noch zu wenig bekannt, um eine Meinung über diesen Gegenstand haben zu können, und wir begnügen uns, hinzuzufügen, daß im Allgemeinen der Nutzeffect, den man aus den Kohlen erlangt, weit bedeutender bei langsamem, als bei raschem Gichtenwechsel ist, und daß daher bei einem längern Aufenthalte der Gichten in einem Ofen eine Brennmaterialienersparung erreicht wird.

Verwandlung der Materialien in den Oefen. Von der Reduction.

Die Reduction des Eisenoxydes ist die erste wesentliche Verwandlung, welche das Erz in dem Hohofen erleidet. Die Art und Weise, auf welche dieses geschieht, ist erst neuerlich von Herrn Le Play auf eine einigermaßen befriedigende Weise erklärt worden*), woraus wir hier das Wesentliche mittheilen.

Die Hauptbedingung jeder chemischen Einwirkung ist die, daß die Theilchen der Körper in genauer Berührung mit einander stehen. Nur der Kohlenstoff schien bis jetzt eine Ausnahme von dieser Regel zu machen, und man sah nicht ein, wie der Einfluß der festen Kohle die Reduction der mit ihr einer hinreichend hohen Temperatur ausgesetzten Metalloxyde bewirken könne. Jedoch reicht zur Erklärung der Erscheinung die Annahme hin, daß der Kohlenstoff im gasförmigen Zustande in das Innere des Oxyds dringt, so daß dies seinen Sauerstoff fahren läßt, und da es übrigens sehr gut bewiesen ist, daß die aus der Verbrennung der Holzkohle erfolgenden Gase für sich allein zur Reduction der Gase hinreichen, so spricht dies um so mehr für die übrige Annahme.

Der Stützpunct der Erklärung von den Erscheinungen der Reduction beruht auf bekannten Thatsachen, nämlich daß die feste Kohle nicht mit der Kohlensäure und dem Sauerstoffe zusammen vorkommen kann, ohne sie in Kohlenoxyd zu verwandeln, und daß der überflüssige Sauerstoff die Kohle und das Kohlenoxyd nothwendig in Kohlensäure verwan-

*) Diese Abhandlung findet sich in den **Annales des Mines, 3me Sér. T. 19. p. 267 etc.** und auszugsweise in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung 1842, Nr. 46.



deln muß. Wenn daher ein Metalloxyd mit der atmosphärischen Luft und mit einem Ueberschusse von Kohle in Berührung gebracht wird, und zwar in einer zur Begünstigung der Einwirkung des Sauerstoffs hinreichend hohen Temperatur, so verbindet sich dieser mit der Kohle und bildet Kohlenoxyd, welches auf die äußern Theilchen des Kerns einwirkt, indem er ihnen einen Theil von ihrem Sauerstoffe nimmt und sie selbst in Kohlensäure verwandelt. Da diese mit einem Ueberschusse von Kohlensäure in Berührung steht, so wird sie wieder zu Kohlenoxyd, und dieses wirkt von Neuem auf den oxydirten Körper ein, dessen Theilchen auf diese Weise sämmtlich nach und nach die Einwirkung des reducirenden Gases erleiden.

Es bildet sich auf der Oberfläche des Erzes nicht unmittelbar metallisches Eisen, sondern nur magnetisches Oxyd; denn wenn dieses der Fall wäre, so würde es sofort durch die Berührung mit der überflüssigen Kohlensäure, welche durch die Reduction des Innern von dem Kerne entstanden ist, wieder oxydirt werden, vorausgesetzt, daß dieses Gas das Eisen in der Temperatur und unter denselben Bedingungen oxydirt, in welchen das Kohlenoxyd die Eisenoxyde reducirt. Es findet demnach die Desoxydation nach und nach statt, und das Eisen erscheint nur dann, wenn die Reduction nur eine an Kohlensäure so arme Atmosphäre erzeugt, daß sie ohne Einwirkung auf das Metall ist.

In den Schachtöfen wird die durch die Formen einströmende Luft zuvörderst (wenigstens großentheils) in Kohlensäure umgewandelt, und es entsteht an diesem Puncte eine oxydirende Atmosphäre. Allein die glühende Kohle, welche sich über dieser Zone befindet, verwandelt das Gas in Kohlenoxyd und veranlaßt die Bildung einer reducirenden Zone, die über

der ersten befindlich ist. Indem sich das Kohlenoxyd erhebt, dringt es nach und nach durch Erz- und Kohlenschichten; in den erstern verwandelt es sich in Kohlensäure, in den zweiten erlangt es seine Beschaffenheit wieder. In Folge der niedergehenden Bewegung der Erze, welche der aufsteigenden der Gase entgegengesetzt ist, folgt nothwendig, daß dasselbe Gastheilchen nicht immer auf dasselbe Erzstück wirkt, wie wir weiter oben annahmen; jedoch sind die allgemeinen Erscheinungen nicht minder dieselben.

Man sieht leicht ein, daß es für die Reduction und für die Erhaltung des reducirten Metalles vortheilhaft ist, daß die oxydirende Zone so niedrig als möglich liege, und in den Hohöfen ist dies auch der Fall. Die Zusammenziehung des untern Theiles, die eine Erhöhung der Temperatur zum Zwecke hat, die Pressung des Windes und seine horizontale Richtung, sind eben so viele Einrichtungen, welche alle eine schnelle Verbrennung des Sauerstoffes der Atmosphäre sichern und daher die Höhe des Raumes beschränken, in welchem er sich erzeugt.

Die, die Reduction der Erze begleitenden Erscheinungen sind etwa die folgenden:

In dem obern Theile des Schachtes ist die Temperatur sehr niedrig und ist 2,50 Met. unter der Gichtöffnung nicht höher, als 250° C. Alle Materialien verlieren dort ihr hygrometrisches Wasser und die Erze auch den größten Theil des mit ihnen verbundenen Wassers, wogegen aber die chemische Beschaffenheit der Körper noch keine Veränderung erleidet. Die Gase enthalten viel Wasserdampf und Kohlensäure.

In dem zweiten Theile erhebt sich die Temperatur bis auf etwa 400° C. Alles mit den Erzen verbundene Wasser ist verschwunden; die Reduction der Erze beginnt; ein Theil des Oxyds wird in Oxydul-Oxyd oder magnetisches Oxyd verwandelt.

Im dritten Theile steigt die Temperatur langsam; die kohlensauren Kalke entwickeln ihre Kohlensäure, wodurch die Wärme der Gase sehr erhöhet wird. Das Oxyd fährt fort, sich in Oxydul-Oxyd zu verwandeln, und dies geht nach und nach in die Oxydationsstufe des Hammerschlages (S. 68 dieses Bandes) über, allein diese Umwandlung dauert weit länger, als die vorhergehende. Die Gase sind sehr reich an Kohlenoxyd und enthalten fast gar keinen Wasserdampf.

Das Oxydul beginnt sich in dem Augenblicke zu bilden, in welchem die Materialien die vierte Abtheilung des Schachtes erreichen, d. h. diejenige, welche dem Kohlensacke am Nächsten ist. Die kalkigen Zuschläge sind in Kalkerde verwandelt; die Temperatur hat sich bedeutend gehoben, die Reduction geht mit Schnelligkeit vorwärts, und das metallische Eisen erscheint. Es beginnen alsdann die Reactionen, welche durch die Beschaffenheit der Stoffe, die miteinander in Berührung stehen, stattfinden können.

Sind die Erze leichtflüssig und unvollkommen reducirt, so verbindet sich der Kiesel mit dem Oxydul und bildet Silicate, die entweichen und durch die Masse fließen können, wenn das Verhältniß des mit ihnen im Gemenge stehenden metallischen Eisens nicht so ihre Schmelzbarkeit vermindert, um sie so lange zurückzuhalten, daß sich die Kalkerde der Kieselsäure bemächtigt hat. Sind sie dagegen strengflüssig und im gehörig getheilten Zustande, so fährt ihre Reduction fort, ohne daß sich ihre Formen verändern; und wenn sie sich zu vereinigen beginnen, so bilden Kalk- und Thonerde mit der Kieselsäure Verbindungen, die sehr wenig metallisches Eisen enthalten.

Man sieht demnach, wie wesentlich es ist, entweder gehörig strengflüssige Beschickungen zu bilden, so daß die Schmelzung nicht eher erfolgt, als die

Reduction, oder so hohe Schächte anzuwenden, so daß die Erze nicht eher zum Kohlensacke, wo die Temperatur hinreichend hoch zum Beginnen der Verschlackung ist, gelangen, bis sie vollkommen reducirt sind.

Die verschiedenen Erzgattungen erfordern verschiedene Temperaturen zu ihrer vollständigen Reduction. Dies hängt nicht allein von ihrer chemischen Beschaffenheit, sondern auch sehr viel von ihrem physicalischen Zustande ab, denn die Reduction erfolgt von der Peripherie nach dem Mittelpuncte zu, und es ist um so mehr Hitze und Zeit zum Oeffnen der Poren einer metallischen Masse und zur Einwirkung der Gase auf den innern Kern erforderlich, je größer das Volum der Erzstücke ist. War die Temperatur zu schwach, oder das Stück zu groß, so kann es kommen, daß das die Mitte bildende Eisenoxyd nicht zu günstiger Zeit reducirt wird und fast gänzlich zu den Schlacken übergeht, besonders wenn der Kalk keine gehörig wirksame Reaction auszuüben im Stande ist.

Im Allgemeinen verhalten sich die auf einen Ofen aufzugebenden Materialien, im Verhältnisse ihres Volums und ihrer unvollkommenen Vermengung mit den Zuschlägen, in einem wenig günstigen Zustande mit den Processen, denen sie unterworfen werden sollen, und indem man annimmt, daß die Cementation hauptsächlich durch das Kohlenoxyd bestimmt wird, ist es offenbar, daß sie um so rascher vor sich gehen wird, je vielfältiger die Berührungspuncte zwischen den Gasen und dem Oxyde sind. Es ist vortheilhaft, daß die Erze so zertheilt sind, daß alle Theilchen die Einwirkung der Gase erleiden können und auch soviel, als möglich, den übrigen Reagentien nahe sind, welche dann den Proceß vollenden. Die Idee, das Erz zu theilen, um es besser mit seinem Reductionsmittel und den Reagentien zu ver-

einigen, ist daher der Theorie nicht entgegen und scheint besonders beim Verschmelzen sehr fester Erze sehr anwendbar zu sein, indem dieselben sich in den obern Theilen des Ofens nur schwierig reduciren und ein großes Bestreben haben, in den Zustand flüssiger Silicate überzugehen, sobald sie in Oxydul verwandelt worden sind. Bei der Zugutmachung der Frischschlacken, die nichts Anderes als Silicate sind, hat man übrigens die Zerkleinerung mit Erfolg angewendet.

Von der Verbindung mit Kohle.

Die Reduction der Oxyde, die größtentheils in dem Schachte bewirkt wird, endigt sich auf der Rast. Dort scheint auch die Kohlung oder die Verbindung der metallischen Theile mit Kohle bewirkt zu werden, die dann im obern Theile des Gestelles vollendet wird. Der Punct, wo dies der Fall ist, wechselt mit der Temperatur des Apparates und liegt um so höher, je weiter der Schmelzpunct selbst von den Formen entfernt liegt.

Man weiß noch nicht genau, wie das Metall die Kohle aufnimmt; dem Einflusse des Kohlenoxydgases kann man es nicht zuschreiben, indem directe Versuche zu der Meinung zu führen scheinen, daß dieses Gas diese Eigenschaft nicht besitze, ebenso wenig wie der Kohlenwasserstoff, weil es nur in geringen Mengen in den Apparaten, in denen sich das Eisen mit Kohle verbindet, existirt. Hr. François schreibt die Kohlung sehr feinen Kohlentheilchen zu, die durch den Luftstrom mit fortgerissen worden; wahrscheinlich ist es aber mit Hrn. Laurent anzunehmen, daß der Kohlenstoff flüchtig sei, und daß sein Dampf das in den Hohöfen wirkende kohlende Agens sei.

Die Ungleichheit des Volums der Erzstücke übt im Augenblicke der Kohlung einen, dem schon erwähnten, analogen Einfluß aus. Die nach den andern reducirten größten Stücke nehmen die Kohle langsamer auf, sie werden, wenn sie vor die Form kommen, schwierig flüssig, verlieren einen Theil ihrer Kohle durch den Einfluß des Windes, und das entblößte Metall geht zu der Schlacke über.

Da der Fehler der Ungleichartigkeit um so schädlichere Wirkungen hat, je niedriger die Temperatur und je niedriger der Ofen ist, so muß die auf der Rast herrschende Hitze hinreichend sein, damit die Aufnahme der Kohle mit Leichtigkeit bewirkt werde, und ihr Neigungswinkel von der Art sein, daß sich das Erz auf derselben so lange aufzuhalten vermag, als dazu nöthig ist.

Schlackenbildung und Schmelzung.

Auf der Rast beginnen die Verbindungen, in Folge deren das gekohlte Eisen sich, sobald es schmilzt, von den fremdartigen Materien, mit denen es in Berührung steht, trennen kann. Es bilden diese Stoffe die Schlacken, deren chemische Beschaffenheit, physicalischer Zustand und Verhältnisse einen so großen Einfluß auf die Quantität und Qualität der Producte haben.

In einer hohen Temperatur nehmen die Schlacken leicht den in den Erzen enthaltenen Schwefel auf; er verbindet sich mit dem Kalk und bildet Schwefelcalcium, der sich in den Schlacken auflös't und mit denselben verschwindet; allein das Phosphorcalcium hat nicht dieselbe Eigenschaft und geht nie in die Schlacken über.

Das Mangan verhält sich verschiedenartig, weil es sich in einer hohen Temperatur durch die Kohle

reducirt und sich mit dem Roheisen verbindet. Der Kiesel ist fast in demselben Falle, denn das Roheisen enthält um so mehr von diesem Stoffe, in einer je höhern Temperatur es dargestellt worden ist.

Das Verhalten der Schlacken beschränkt sich nicht darauf, die dem Roheisen fremdartigen Stoffe aufzunehmen, sondern ihr Vorhandensein in hinreichender Menge ist unerläßlich, um es gegen die Einwirkung des Windes zu schützen, und es auf seinem Wege durch die untern Theile des Gestelles, dessen Atmosphäre dem Wesentlichen nach oxydirend ist, unberührt zu erhalten.

Die Trennung der Schlacken von dem gekohlten Eisen oder Eisencarburet beginnt, sobald die Substanzen die Flüssigkeit erlangt haben, daß ihre Theilchen ihre Stellung verändern und sich nach ihren Affinitäten vereinigen können. Sie geht durch die ganze Höhe des Gestelles fort, kann aber erst dann als vollendet angesehen werden, wenn die Schmelzung vollständig erfolgt ist, und wenn sich die Substanzen in dem Heerde nach ihren respectiven Dichtigkeiten von einander geschieden haben. Die entstehenden Reactionen sind nicht allgemein, wie die vorhergehenden; sie finden nur an der Oberfläche des Roheisenbades statt, sei es durch die Berührung mit den auf ihnen schwimmenden Schlacken, oder durch die aus den Formen einströmende Luft. Diese letztern Reactionen können leicht vermieden werden, wenn man den Düsen eine zweckmäßige Richtung giebt, während es schwer hält, sich denen zu entziehen, die von den Schlacken herrühren, und die, in gewissen Fällen, die Beschaffenheit des Roheisens vom Grunde aus verändern können.

Beschaffenheit der Producte. — Von dem grauen Roheisen.

Alle in dem Gestelle vorkommenden Erscheinungen haben einen großen Einfluß auf die Beschaffenheit des Roheisens; allein die bestimmenden Ursachen für die Art des Productes sind hauptsächlich die Temperatur und die Consistenz der Schlacken.

Die unerläßlichen Bedingungen für die Bildung des grauen Roheisens sind eine vollständige Vorbereitung der Erze vor dem Schmelzen, eine hohe Temperatur, ein passender Aufenthalt in dem Gestelle und reine Schlacken von mittlerer Steifigkeit. Es wird daher hauptsächlich erzeugt:

1) In Oefen mit hohem Schachte, flachem Roste, mit engem und hohem Gestelle.

2) Bei einem Winde, der stark genug ist, die Schmelzsäule zu durchdringen, ohne jedoch den Gichtengang zu sehr zu beschleunigen; der ferner bedeutend genug ist, um die, zur Hervorbringung einer hohen Temperatur erforderliche Kohlenmenge zu verbrennen.

3) Durch Anwendung einer guten, dichten und trocknen Kohle.

4) Mit trocknen, gehörig gerösteten und so zerkleinten Erzen, daß die Reduction dadurch befördert wird.

5) Durch eine vielmehr etwas zu strenge, als zu leichtflüssige Beschickung, und indem man den Erzsatz unter seiner Tragkraft führt.

In einem solchen Gange muß man einen Ofen erhalten, wenn man Roheisen zum Gießereibetriebe erzeugen will, denn graues Roheisen ist das einzige, welches fest ist und sich leicht bearbeiten läßt. Jedoch muß es ohne einen bedeuten-

den Gehalt an fremdartigen Materien erblasen worden sein. Es gehören dahin der Kiesel und andere Körper, welche besonders der Festigkeit nachtheilig sind, ferner ein zu großer Kohlengehalt, weil es in diesem Falle zu dickflüssig ist, vielen Graphit abscheidet, die Formen schlecht ausfüllt, und durch Abkühlung leicht weiß wird.

Diese letztere Varietät rührt gewöhnlich von dem Verschmelzen leichtflüssiger Erze in hoher Temperatur und in einem weiten und niedrigen Gestelle her; sie ist fester, als das weniger dunkelgraue und besonders zum Gusse sehr starker Stücke geeignet. Die erstere Varietät (die minder reine) hat verschiedenartige Eigenschaften; sie fließt gut, füllt die Formen gut aus, scheidet wenig Graphit ab, wird schwer weiß und ist zum Gusse kleiner Stücke sehr passend. Man producirt das Roheisen am Leichtesten aus einer etwas strengflüssigen Beschickung und in Oefen mit engem Gestelle, weil die hohe Temperatur derselben die Reduction der Erdmetalle erleichtert, die sich alsdann mit den Producten vereinigen.

Phosphorhaltige Erze geben ein zum Vergießen sehr zweckmäßiges Roheisen, indem dasselbe sehr leichtflüssig ist und die Formen sehr gut ausfüllt. Jedoch hat es, sobald es viel Phosphor enthält, nur sehr geringe Festigkeit.

Schwefelhaltiges Roheisen besitzt diese Eigenschaft nicht; es ist weniger flüssig, als die übrigen Sorten, wirft viele Funken und kühlt sich rasch ab; auch enthält es häufig Blasenräume. Man vermeidet zum Theil den Schwefelgehalt, wenn man es in hohen Temperaturen und aus sehr kalkhaltigen Beschickungen erbläs't; allein sein Kohle- und Kieselgehalt kann dadurch sehr beträchtlich werden.

Die Schwierigkeiten, welche die Darstellung eines guten Roheisens zum Gießereibetriebe hat, sind

groß; bei Roheisen, welches die erwähnten Hauptfehler (zu starker Silicium- und Kohlegehalt) nicht hat, und wenn die Beschaffenheit der Erze nicht von der Art ist, daß sie von selbst ein solches Roheisen geben, wendet man Verfahrungsarten an, durch welche man in den Oefen selbst Gemische von Roheisen erlangt, welche die Qualität des verlangten haben. Wir werden weiter unten auf diese Verfahrungsarten zurückkommen.

Von dem weißen Roheisen.

Jedesmal, daß man sich absichtlich oder durch einen Zufall mehr oder weniger von den Bedingungen entfernt, unter denen graues Roheisen erzeugt wird, giebt der Ofen weißes oder halbirtes Roheisen.

Letzteres dient noch sehr häufig zum Gießereibetriebe von Stücken, die roh und ohne viele weitere Bearbeitung benutzt werden können; besser noch ist es aber zum Verfrischen anwendbar. Man erhält es jedesmal, wenn durch irgend eine, von dem Brennmateriale oder der Windführung abhängende Ursache die Temperatur des Ofens so verschieden ist, daß er abwechselnd graues und weißes Roheisen erzeugt, die sich miteinander vermengen, und die in gewissen Fällen bandartiges Roheisen geben können. Es entsteht auch ferner noch, wenn man Beschickungen anwendet, die sich nicht zu gleicher Zeit reduciren oder mit Kohle verbinden, entweder weil sie eine verschiedene chemische Beschaffenheit, oder weil die Stücke eine zu ungleiche Größe haben. Sehr häufig auch findet die Production beider Roheisenarten gleichzeitig statt; sie fallen dann zusammen in den Heerd hinab und vermengen sich weit inniger, als in dem vorhergehenden Falle.

Das **weiße** Roheisen kann zum Gießereibetriebe gar nicht, und nur zur **Stabeisenfabrication** angewendet werden. Da es in einer niedrigern Temperatur, als das graue Roheisen entsteht, so erfordert es einen geringern Kohlenverbrauch und verursacht weniger Kosten. Es wäre daher aus diesem Gesichtspuncte zweckmäßig, alles zum Frischprocesse anzuwendende Roheisen als weißes darzustellen; allein es sind andere sehr wesentliche Rücksichten zu nehmen, welche einen solchen Betrieb nicht immer gestatten.

Der Charkater des Garganges, bei welchem graues Roheisen erzeugt wird, besteht darin, daß eine vollständige Reduction erfolgt, und daß der Schwefel, die dem Eisen schädlichste Substanz, fast ganz in die Schlacken übergeht. Auf der andern Seite nimmt das Roheisen um so mehr Silicium und Mangan auf, je höher die Temperatur ist. Man folgert hieraus, daß es bei schwefelhaltigen Erzen oder Brennmaterialien durchaus nothwendig ist, den Ofen auf den Gargang zu betreiben und graues Roheisen zu erzeugen, ohne übrigens das mögliche Vorhandensein des Mangans zu berücksichtigen, welches keinen schädlichen Einfluß auf das Eisen hat, und ebensowenig auf den weit häufigern Siliciumgehalt, dessen Einfluß mit dem des Schwefels nicht verglichen werden könnte, und welches stets leicht beim Verfrischen entfernt werden kann. Leicht reducirbare, reine und leichtflüssige Erze sind die einzigen, deren vollkommene Reduction mit der Production des weißen Roheisens vereinbar ist; und selbst in diesem Falle kann man einen solchen Gang nicht lange beibehalten, weil die Temperaturgrenzen, zwischen denen man den Betrieb führen kann, ohne weder graues Roheisen, noch weißes mit unreinen Schlacken zu produciren, so eng sind, daß es schwer hält, sich dazwischen zu erhalten.

Die Zugutmachung der manganhaltigen Erze der Umgegend von Siegen auf Rohstahleisen bietet ein auffallendes Beispiel dafür dar. Obgleich diese Erze einem solchen Betriebe sehr günstig sind, so ist doch eine leichte Veränderung in der Beschaffenheit der Kohlen und in der des Windes hinreichend, um die Bildung des Spiegeleisens, welches das Zeichen einer vollständigen Reduction in niedriger Temperatur ist, zu verhindern. Steigt die Temperatur, so entsteht graues Roheisen, vermindert sie sich, so wird die Reduction unvollständig, und man erhält körniges oder dichtes weißes Roheisen, oder selbst sogenannte luckige Flossen, welche weit weniger Kohle, als das vorhergehende, enthalten und weit unreiner sind.

Mit den übrigen Erzsorten und besonders mit denen, deren Flüssigkeit nicht durch Mangangehalt gesichert ist, muß die Bildung des weißen, reinen Roheisens, mit vollständiger Reduction der Erze, als Zufall angesehen werden, den gewisse Formen der Oefen, eine gewisse Beschaffenheit der Schlacke begünstigen können, so daß ein solches Roheisen eine längere oder kürzere Zeit lang hintereinander dargestellt wird; allein man ist nie Herr eines solchen Betriebes auf längere Zeit und in regelmäßiger Form.

Will man daher einen Ofen fortwährend auf weißes Roheisen betreiben, so muß man einen Theil des Erzes opfern und keinen vollständigen Ertrag von demselben erwarten. Man darf daher nie anders darauf eingehen und die Oefen darauf zustellen, als wenn man vollkommen überzeugt ist, daß die Brennmaterialienersparung beim Hohofen und beim Frischfeuer den Verlust an Erz und die stets wahrscheinliche schlechtere Beschaffenheit des Eisens ersetzt, und die letztere ist stets sicher, wenn die Erze eine bemerkenswerthe Phosphor- und Schwefelmenge enthalten.

Der Betrieb auf weißes Roheisen hat aber auch noch andere, nicht minder wesentliche Nachtheile. Sie rühren von zufälligen Betriebsereignissen von Oefen her, deren Brennmaterial den höchsten Erzsatz trägt, und deren Temperatur nieder ist, d. h., die einen Rohgang haben; es sind diese Zufälle weit schwieriger zu vermeiden und zu verbessern, als die sich beim Gargange, der als der natürliche angesehen werden muß, ereignenden. Im letztern Falle hat man viele Hülfsquellen, im erstern aber nur die kostbarsten, nämlich den Ofen in den normalen Zustand des garen Ganges zurückzubringen.

Die Umstände, welche die Production des weißen Roheisens begünstigen, sind die folgenden:

1) Alle leichtflüssigen Erze sind geneigt, weißes Roheisen zu geben, zuvörderst, weil sie in niedrigen Temperaturen zugutegemacht werden können, und dann, weil die Flüssigkeit ihrer Schlacken ihnen keinen langen Aufenthalt in dem Gestelle gestattet. Es ist dies der Fall sowohl bei an und für sich leichtflüssigen Erzen, als auch bei solchen, die durch viel Zuschläge leichtflüssig gemacht sind; allein in dem letztern Falle kann die Reduction fast nie vollständig sein.

Leichtflüssige und zugleich leicht reducirbare Erze, die sich nur in kurze Zeit dem Gestelle aufhalten, können Spiegeleisen geben, welches von reinen und flüssigen Schlacken begleitet ist. Leichtflüssige, aber schwer reducirbare Erze dagegen, wie die Silicate und die Frischschlacken, schmelzen vor der Reduction und erzeugen unreine, auf das Roheisen reagirende Schlacken.

Leichtflüssige und reiche Erze verhalten sich anders, als leichtflüssige und arme. Wenn letztere der Wirkung eines zu starken Windes und eines Ueber=

schusses von Kohlen ausgesetzt werden, so geben sie sehr viel hitzige, fressende und eisenhaltige Schlacken. Die erstern dagegen, zu denen der Magnet- und Spatheisenstein, sowie reiner Braun- und Rotheisenstein gehören, geben nicht genug Schlacken, so daß das schlecht gegen den Wind geschützte Metall zum Theil frischt, oder sich oxydirt und dann in die Schlacken übergeht.

In dem Falle einer vollständigen Reduction, eines sehr starken Windes und eines sehr erweiterten Gestelles können strengflüssige Erze weißes, körniges (weißgares) Roheisen geben; allein es entsteht diese Art selten in Holzkohlenhohöfen. Es enthält wenig Kohle, dagegen aber mehr Silicium und Mangan, weil es nicht allein durch den Wind, sondern auch durch die an Eisenoxydul armen Schlacken entkohlt, und weil die Entkohlung durch den Kiesel und das Manganoxydul veranlaßt worden ist. In den Frischheerden geht dies Roheisen zu schnell in den festen Zustand über und erleidet einen bedeutenden Abgang, wenn man einigermaßen gutes Eisen darstellen will (Karsten). Man muß daher sehr sorgfältig die Production dieser Roheisensorte zu vermeiden suchen, weil es alle Fehler, aber keine von den guten Eigenschaften des grauen hat.

2) Ein zu hoher Erzsatz veranlaßt eine Abkühlung des Ofens und folglich die Erzeugung einer Roheisensorte, die das Mittel zwischen grauem und silberweißem Roheisen hält. Es ist wesentlich von dem körnigen weißen Roheisen und zwar besonders dadurch verschieden, daß dies von einer vollständigen Reduction des Erzes und von einer durch an Eisenoxydul arme Schlacken bewirkten Entkohlung entstanden ist, während das weiße Roheisen vom übersetzten Gange stets bei unvollkommener Reduction erzeugt wird, und seine Entkohlung dem Einflusse des Eisengehaltes der

Schlacken verdankt. Es geht daraus hervor, daß, wenn es aus Erzen erzeugt worden ist, die keinen Schwefel enthalten, es sehr rein und sehr geeignet zum Verfrischen sein muß, weil es weniger Kohle und Silicium, als das graue und das Spiegelroheisen enthält, und besonders weit weniger fremdartige Substanzen, als das körnige.

Nie ist aber seine Reinheit so allgemein, als man annehmen könnte, denn wenn die Erze Kiesel eingemischt enthalten, so läßt sich die Reduction eines Theils von denselben sehr schwer verhindern, wenn sie nicht an und für sich schmelzbar sind, und man erhält weit weniger reines Roheisen, als wenn man einen hohen Satz von solchen Erzen führte, wie wir sie weiter oben erwähnt haben.

Da die Gründe gegen die Anwendung eines hohen Satzes von schwefel- oder phosphorhaltigen Erzen dieselben sind, als die, welche sie bei der Production des weißen Roheisens im Allgemeinen anzuwenden verbieten, so wiederholen wir sie nicht. Jedoch dürfen wir aus dem Gesagten die Folgerung ziehen, daß die Fälle, bei denen man einen zu hohen Erzsatz anwenden darf, sehr beschränkt sind, und daß man einen solchen Betrieb nur dann befolgen kann, wenn man sich vorher von der Art des Erfolgs desselben überzeugt hat.

3) Alle einen zu raschen Gichtengang nach sich ziehende Ursachen geben Veranlassung zur Bildung des weißen Roheisens. Wenn demnach die Erze das Gestelle vor ihrer gehörigen Reduction erreicht haben, so unterbricht die Schmelzung diese Operation, die Verbindung mit Kohle wird unvollständig, und das Roheisen wird dem Einflusse sehr eisenoxydulreicher Schlacken ausgesetzt, welche es entkohlen. Dieser Fall kommt besonders bei kleinen Hohöfen mit niedrigem Gestelle vor, und man kann alsdann

den Betrieb nur verbessern, wenn man das Gestelle enger macht, und wenn man mit einer geringen Production zufrieden ist.

Wenn die Schlacken zu flüssig sind und das Roheisen dem Einflusse der im Gestelle herrschenden Wärme zu schnell entziehen, so kann es nicht gar oder grau werden. Es ist dies bei zu leichtflüssigen Beschickungen häufig der Fall, selbst wenn ihre Reduction und die Aufnahme der Kohle vollständig waren.

Ein zu starker Wind veranlaßt oft dieselben Wirkungen; allein weißes Roheisen kann auch dadurch entstehen, daß die Windpressung im Verhältnisse zu der Dichtigkeit der Kohle zu hoch ist, und daß diese zu schnell, und ohne ihre ganze Wirkung zu thun, verbrennt.

Zu steile Rasten, welche die Schmelzmaterialien niedergehen lassen, ohne daß eine vollständige Aufnahme der Kohle stattfinden konnte, sind sehr oft die unmittelbare Ursache der Schnelligkeit, mit welcher die Gichten eingehen. Die Schlacken sind alsdann stets unrein, ebenso, als wenn ein zu hoher Erzsatz geführt worden wäre.

4) Die Anwendung einer schlechten Kohle, oder eines zu schwachen Windes können den Schacht und das Gestelle abkühlen, oder sie können direct auf die Temperatur des letztern einwirken, besonders wenn es zu weit ist. Im erstern Falle ist die Reduction fast immer unvollständig, im zweiten dagegen vollständig; allein man kann körniges und unreines Roheisen erzeugen, sobald man strengflüssige Erze verschmelzt.

Zuweilen ist im Gestelle die Temperatur sehr hoch, und es verhindert die zu große Dichtigkeit der Schmelzmaterialien auf der Rast, daß der Gebläsewind gehörig durchdringen und sich bis zum Schachte

erheben kann. Es entstehen dann stets weißes Roheisen und sehr eisenhaltige Schlacken.

In den verschiedenen untersuchten Fällen kann die Darstellung des weißen Roheisens anhaltend und selbst bei einem regelmäßigen Betriebe stattfinden, wenn die Beschaffenheit der Materialien von der Art ist, daß die Verwandlung in Roheisen in einer niedrigen Temperatur bewirkt werden kann, ohne daß dadurch Störungen des Ganges oder Versetzungen entstehen, welche eine Veränderung des Betriebes erfordern. Jedoch ist es häufig der Fall, daß die Umstände, welche die Entstehung des weißen Roheisens herbeiführen, zufällig und während des Garganges entstehen. Man sagt alsdann, daß das weiße Roheisen bei unregelmäßigem Gange entstanden sei, und es findet dieses unter verschiedenen Umständen statt:

1) Bei zu hohem Erzsatze, wenn, durch Unaufmerksamkeit des Aufgebers oder durch eine plötzliche Veränderung in dem Eisengehalte des Erzes, die Kohlengichten mehr davon erhalten, als sie zur Bildung des grauen Roheisens zu tragen vermögen.

2) Wegen Mangel an Wärme, wenn die Erze und die Kohlen feucht, oder letztere leichter, als gewöhnlich, sind; wenn das Gestelle zu weit geworden ist, um die Wärme zu concentriren, oder wenn äußere Ursachen den Heerd abkühlen.

3) Durch zu raschen Gichtenwechsel, wenn die Rast angegriffen, oder der Wind zu stark ist.

4) Durch unregelmäßigen Gichtenwechsel, der ein Kippen der Erzgichten, sowie Versetzungen im Gestelle und der Rast veranlaßt, welche die Circulation des Windes hindern, zähe Schlacken veranlassen und den Heerd abkühlen.

Die Zufälle, welche sich häufig am Ende einer

Campagne zeigen, müssen hauptsächlich zugeschrieben werden:

der Feuchtigkeit der Erze;

der Erweiterung des Heerdes;

einem zu starken Windstrome, welcher die Kohle auf der Formseite zu rasch verzehrt und ein Kippen der Gichten, eine unvollkommene Reduction, eisenreiche Schlacken ꝛc. veranlaßt;

zu geringen Gichten, welche Unregelmäßigkeiten veranlassen;

einem unregelmäßigen Winde, welcher allgemeine Unregelmäßigkeiten des Betriebes veranlaßt;

einer ungleich geneigten, oder zu flachen Rast, welche ein Kippen der Gichten, oder ein Zusammensintern der Materialien an den Seiten veranlassen, den Gichtengang momentan aufhalten und dann ein Stürzen derselben herbeiführen kann.

Kurz, die Ursachen, welche die Bildung von grauem Roheisen verhindern und direct weißes Roheisen erzeugen, sind zahlreich, und in vielen Fällen ist es fast ebenso schwierig, sich derselben zu entziehen, wie es unter andern Umständen schwer hält, den Betrieb fortwährend auf weißem Roheisen zu erhalten. Die Beschaffenheit der Erze und der Brennmaterialien muß die Frage stets entscheiden, und nach ihnen muß man die Art des zu erlangenden Products beurtheilen.

Von dem Roheisen zum Frischereibetriebe.

Alles absichtlich oder zufällig erzeugte weiße Roheisen wird zur Stabeisenbereitung angewendet, weil es zu nichts Anderm benutzt werden kann, wiewohl es auch dazu geeignet sein muß.

Die Haupteigenschaft des zu verfrischenden Roheisens ist große Reinheit, sowie ein schwacher

Kohlegehalt. Kann man mit den vorhandenen Erzen kein reines Roheisen in einer niedrigen Temperatur erzeugen, so muß man graues darstellen, jedoch stets solches zu erhalten suchen, welches leicht weiß wird. Im Allgemeinen ist es vortheilhaft, halbirtes Roheisen zu erzeugen, nicht etwa dadurch, daß man verschiedene Erzarten anwendet, von denen die eine graues und die andere weißes Roheisen giebt, sondern indem man die Temperatur des Ofens zwischen denen erhält, die graues und weißes Roheisen geben.

Weißes, reines, aber viel Kohle enthaltendes Roheisen ist nicht zweckmäßig zum Verfrischen. So verwandelt sich Spiegeleisen, welches am meisten Kohle enthält, langsamer in Stabeisen, als manches halbirte oder grauliche Roheisen, wogegen es aber hauptsächlich zu Rohstahlerzeugung anwendbar ist.

Weißes körniges Roheisen ist das schlechteste von allen, wiewohl es, wie das vorhergehende, von einer vollständigen Reduction herrührt. Wir sahen, daß es stets sehr unrein ist.

Weißes Roheisen vom übersetzten Gange oder sogenanntes grelles Roheisen, sowie jede andere bei unvollkommener Reduction erlangte Art, ist den beiden vorhergehenden vorzuziehen, wenn die Erze nicht sehr schwefelhaltig sind, weil die Entkohlung fast nur durch den Einfluß des in den Schlacken enthaltenen Eisenoxyduls erfolgt.

Weißmachen des Roheisens.

Im Allgemeinen ist es wahr, daß das Roheisen die Kohle um so fester zurückhält, je höher die zu seiner Production erforderliche Temperatur war. Dies erklärt zum Theil den Umstand, warum das weiße Roheisen schneller frischt, als das graue und

selbst als dasjenige graue, welches nur einen geringen Kohlegehalt hat, und welches man aus strengflüssigen Erzen erzeugt. Die Hauptursache der leichten Verwandlung des weißen Roheisens in Stabeisen ist aber die Eigenschaft desselben, daß es vor dem Schmelzen in einen teigigen Zustand übergeht, während das graue zum Schmelzen einen hohen Temperaturgrad erfordert und dann plötzlich flüssig wird. In Folge dessen, und um die Schwierigkeiten zu vermeiden, die häufig ein guter Betrieb auf weißes Roheisen hat, macht man das graue Roheisen, ehe es zum Frischprocesse gelangt, weiß. Die dabei befolgten Methoden werden bei der Stabeisenfabrication dargestellt werden, hier werden wir nur das Weißmachen im Gestelle des Ofens selbst, welches hin und wieder angewendet wird, erwähnen.

Erste Methode.

Man kann, wie wir schon bemerkt haben, so schwach halbirtes Roheisen erhalten, als man will, indem man die Beschickung so zusammensetzt, daß man gleichzeitig graues und weißes Roheisen erhält. Dies nur bei sehr leichtflüssigen Beschickungen anwendbare Verfahren ist in Schweden bei der Erzeugung gewisser Roheisenarten zum Gießereibetriebe, die härter, fester und dichter, als das gewöhnliche graue Roheisen, sein sollen, üblich.

Zweite Methode.

Beim Betriebe auf graues Roheisen mit leichtflüssiger Beschickung kann man das Roheisen von einem Theile seines Kohlegehalts befreien, wenn man, etwa zwei Stunden vor dem Abstiche, durch die Formöffnung eine gewisse Quantität sehr reines Eisen-

erz, zu wiederholten Malen, in den Heerd gelangen läßt und dasselbe mit dem darin befindlichen Roheisen, durch Umrühren, genau vermengt. Man erhält auf diese Weise ein Gemenge von grauem und von stahlartigem Roheisen, welches wenig gekohlt, fest und selbst weiß ist, wenn man eine bedeutende Quantität von dem Erze in den Heerd bringt. Es kann nur ein weißes Roheisen hervorbringen, und die dabei entstehenden Schlacken üben einen sehr entkohlenden Einfluß dabei aus.

Dieses Verfahren, dessen Product von dem gemengten Roheisen der erstern Methode sehr verschieden ist, ist nur bei Erzen mit geringem Kieselgehalte anwendbar, denn man erhält sonst sehr unreine Producte. Man wendet es sehr oft zum Vergießen kleiner Gegenstände an, deren Formen nur durch ein sehr leichtflüssiges und sehr wenig Graphit abscheidendes Roheisen gefüllt werden können. Jedoch muß bemerkt werden, daß dies Roheisen fast immer harte Körnchen enthält, welche der weitern Bearbeitung dieser Gußstücke sehr hinderlich sind. Man nennt dies Weißmachen das Füttern des Ofens.

Dritte Methode.

Das vorhergehende Verfahren wird besonders bei Roheisen, welches vergossen werden soll, angewendet; die nun folgende, welche in einer Entkohlung des Roheisens in dem Heerde, unter dem Einflusse eines starken Luftstroms, besteht, ist zweckmäßiger für die Vorbereitung des zu verfrischenden Roheisens.

Wenn der Heerd ziemlich angefüllt von Roheisen ist, so bildet man von Lehm eine Nase über der Form, so daß der Windstrom auf das Eisen geleitet wird, man verschließt den Vorheerd und giebt einen leb-

haften Wind. Das Roheisen erleidet eine Art von Frischproceß, wobei es theilweise seinen Kohlengehalt und einen Theil des Kiesels verliert, welcher in die Schlacke übergeht, die man von Zeit zu Zeit abfließen läßt, um den Heerd davon zu befreien. Das Roheisen erlangt nach und nach eine hellere Farbe und sprüht am Ende der Operation mit hellen Funken um sich, die ein Zeichen von der Entstehung und Verbrennung von Eisentheilchen sind. Es ist alsdann Zeit, das Roheisen abzulassen, welches in Formen geschieht, die aus gestoßenen Schlacken und Sand bestehen. Die Dauer dieser, in der Eifel üblichen und Läutern oder Destilliren des Eisens genannten Operation, beträgt, nach den Dimensionen des Heerdes und nach der Menge des eingeführten Windes, eine bis drei Stunden.

Es ist diese Methode des Weißmachens, sowie die vorhergehenden, um so anwendbarer, je reiner die Erze sind. Sie ist dem Ablösen des Roheisens nach dem Abstiche vorzuziehen, indem es einen Theil des Kohlen- und Kieselgehalts verliert. Die Unkosten, die dies Verfahren veranlaßt, sind gering; allein durch den langsamen Gichtenwechsel findet ein Zeitverlust statt. Diesen Nachtheil kann man jedoch leicht verbessern, wenn man dem Ofen zwei Formen giebt, von denen die eine die gewöhnliche horizontale Lage beibehält, die andere aber eine Neigung in den Heerd erhält.

Von dem Abstechen des Roheisens.

Das Roheisen wird gewöhnlich in Formen von einfacher Gestalt abgelassen und bildet dann die sogenannten Gänze oder Masseln.

Entweder sind es drei- oder vierseitige Pris-





men, oder solche mit flachrunder Basis; Größe und Schwere sind nach der Anwendung sehr verschieden.

Die Formen, welche das abgestochene Roheisen aufnehmen, sind auf der Sohle oder dem Heerde der Hütte angebracht und werden mit einer Art Kratze oder mit hölzernen Modellen angefertigt. Der Formsand muß etwas thonig und feucht genug sein, um die Form, die man ihm ertheilt, beizubehalten. Ist er kalkig, so schadet dies nichts, da der Kalk zu wenig an dem Roheisen hängen bleibt, um beim Frischprocesse nachtheilig einwirken zu können.

In einigen Hütten sticht man das Roheisen in gußeiserne Eingüsse ab, welche es wegen der plötzlichen Abkühlung etwas weiß machen, und es ist dies Verfahren bei dem Roheisen zur Stabeisenfabrication recht zweckmäßig.

Die Arbeit des Abstechens ist sehr einfach: man zieht die Schlacken von dem Vorheerde ab, macht am Boden desselben, am untern Theile des Wallsteins, die Stichöffnung mit einer spitzen Brechstange auf und stellt das Gebläse ab, sobald das Roheisen erscheint. Ist dies abgeflossen, so erweitert man die Stichöffnung, um auch die Schlacken abzulassen, reinigt den Heerd vollkommen, zieht die Kohlen herab, damit er damit wieder vollgefüllt werde, verschließt die Abstichöffnung und läßt dann den Wind wieder in den Heerd gehen. Die Operation dauert 20 bis 30 Minuten.

Hohöfen, die nur zur Gießerei betrieben werden, sticht man nur sehr selten ab, indem alles Eisen mittelst Kellen aus dem Vorheerde oder Schöpfheerde ausgeschöpft, oder durch einen Stichheerd abgestochen wird, wie wir in dem Abschnitte von der Gießerei sehen werden.

Von den Zeichen, welche den Gang des Ofens charakterisiren.

Der Gang oder Betrieb eines Ofens, d. h. die Art und Weise, wie er seine Arbeit vollbringt, läßt sich an verschiedenen äußern Zeichen erkennen, deren Kenntniß wesentlich ist, um den Betrieb gehörig leiten zu können.

Bei einem regelmäßigen Gange beobachtet man folgende Zeichen:

1) Die Gichtflamme ist lebhaft, etwas bläulich, sehr hell und rauchlos.

2) Aus dem Tümpel entweicht nur wenig Flamme und sehr langsam; auch ist sie hell und rauchlos.

3) Die Formöffnungen erscheinen hell, frei und sehr glänzend.

4) Die Schlacken sind glasig, gut geflossen, leicht und gleichartig; sie fließen leicht ab und erkalten langsam.

5) Der Gichtenwechsel ist regelmäßig und zeigt keine Unterbrechungen.

6) Das Roheisen besitzt alle die Eigenschaften, sowie es der Hohofen produciren soll; es muß in allen Fällen flüssig, hitzig, sowie gleichartig und rein nach dem Erkalten sein.

Unregelmäßiger Gang.

Wenn die Zeichen nicht die eben angegebenen sind, so kann man andere beobachten, welche zur Angabe der wahrscheinlichen Ursachen eines schlechten Ofenganges dienen. Jedoch kann die Gewißheit, den Ursprung des Uebels entdeckt zu haben, nur aus dem Vereine mehrer übereinstimmender Beobachtungen hervorgehen.

Eine kurze und schwache Gichtflamme beweis't, daß der Wind den Ofen nicht gehörig durchdringen kann. Diese Wirkung kann entweder daher rühren, daß die Schmelzmaterialien sehr rasch sinken und sich auf der Rast, in Folge einer zu großen Steilheit derselben, zusammendrücken, oder in Folge leicht zu zerdrückender Kohlen und Erze, oder als Folge eines zu schwachen Windes, der einen zu langsamen Gichtengang veranlaßt.

Eine zu starke Flamme deutet auf eine zu hohe Temperatur im Schachte und fällt auch oft mit Versetzungen im Gestelle, mit zu vielen Schlacken vor den Formen und mit einem Rucken, d. h., plötzlichen Eingehen der Gichten, zusammen.

Eine dampfige, dunkle Flamme ist das Zeichen von einer zu geringen Temperatur, oder von einem zu hohen Erzsatze.

Wenn die Flamme am Tümpel zu stark ist, so ist der Erzsatz zu hoch, oder es finden Versetzungen im Gestelle statt, in deren Folge der Gebläsewind nicht gehörig durchdringen kann.

Wenn die Form hell, aber unrein und verstopft ist, wenn ferner die Schlacken steif sind, so ist die Schmelzung schlecht; es fehlt an Wind, oder es ist die Beschickung zu strengflüssig.

Eine rothe, dunkle Form, fressende Schlacken, die vor der Form kochen und schnell erstarren, sind das Zeichen einer unvollkommenen Reduction und wahrscheinlich auch eines zu hohen Erzsatzes.

Eine dunkle Form und eine um vollständige Reduction deuten einen Mangel an Wind an. In beiden Fällen kann eine Versetzung im Gestelle oder im Heerde stattfinden.

Ungleichartige oder schlecht verglas'te Schlacken zeugen von einem wenig regelmäßigen Gange oder von einem Mangel an Wärme, der von einem zu

schwachen Winde, oder von zu strengflüssigen Erzen herrührt. Sind sie hell und zu flüssig, so sind die Erze zu leichtflüssig; sind sie zu eisenhaltig, so ist die Reduction unvollständig und der Erzsatz ist zu hoch.

Ein zu langsamer Gichtenwechsel rührt von einem zu schwachen Winde, oder von einem zu engen Gestelle her; ein zu schneller wird von entgegengesetzten Ursachen veranlaßt. Ein Kippen der Gichten rührt von zu kleinen oder schlecht zusammengesetzten Gichten, oder von einem Hängenbleiben an den Schachtwänden her.

Ein Durchfallen der Erzgichten veranlaßt stets Versetzungen, obgleich dieselben auch andere Ursachen haben können. Sie können wirklich aus allen Unterbrechungen des guten Betriebes herrühren, seien ihre Ursachen auch welche sie wollen.

Graues Roheisen, dessen Farbe beim Abstiche, statt sehr weiß zu sein, ins Rothe übergeht, und dessen Oberfläche matte Flecke zeigt, deutet auf eine Abkühlung des Ofens.

Halbirtes Roheisen fließt ruhig und ohne Funken, wie das gare; allein es erkaltet weit schneller an der Oberfläche und bedeckt sich mit Blasen.

Das weiße Roheisen vom übersetzten Gange fließt mit Lebhaftigkeit; es hat einen rothen Reflex, wirft viel Funken, erkaltet schnell und zeigt nach dem Erkalten abgerundete Kanten und eine convexe Oberfläche, während gutes, graues Roheisen scharfe Kanten und ebene Oberflächen hat.

Kennzeichen gewisser Gangarten der Hohöfen.

Die meisten Unregelmäßigkeiten beim Hohofengange sind in den angegebenen Fällen begriffen, und es würde daher keinen Nutzen haben, in weitere

Details über diesen Gegenstand einzugehen. Jedoch ist es zur leichtern Anwendung der Mittel, die zur Verbesserung eines schlechten Ganges dienen, nöthig, alle Ursachen desselben nach ihrer Beschaffenheit zusammenzustellen, um gewisse Arten des Ganges charakterisiren zu können.

1) Der Rohgang ist die Folge eines zu schwachen Windes, eines zu hohen Erzsatzes, einer Zusammendrückung der Schmelzmaterialien, der Anwendung feuchter Erze und eines zu weiten Gestelles.

Er wird durch die Erzeugung von weißem Roheisen, durch dunkle Formen und oft durch Versetzungen und durch eisenhaltige Schlacken charakterisirt. Liegen die Schmelzmaterialien zu dicht, so wird die Gichtflamme schwächer und die Tümpelflamme stärker.

Man erhöhet die Temperatur wieder, indem man mehr Wind giebt, den Erzsatz vermindert und bessere Kohlen aufgiebt. Versetzungen verbessert man durch eine leichtflüssige Beschickung und durch gepreßtern Wind.

2) Der hitzige Gang kommt von einem zu engen Gestelle, von zu leichtflüssigen Beschickungen, oder von zu vielem Winde her.

Man erkennt ihn an der Dünnflüssigkeit der Schlacken, an ihrem Aufblähen, wenn man sie mit Wasser befeuchtet, an der Verwandlung des grauen in weißes Roheisen.

Man verändert diesen Gang, indem man weniger Wind giebt und eine strengflüssigere Beschickung anwendet.

3) Der trockne Gang entsteht durch zu viele Wärme und durch einen Mangel an Schlacken.

Die Formen und das Gestelle werden verstopft, die Gichtflamme wird dunkel; die reinen, aber sehr zähen Schlacken schützen das Roheisen nicht mehr und erleichtern seine Entkohlung.

Dieser sehr gefährliche Gang rührt von einem Mangel an Zuschlägen bei strengflüssigen oder sehr reichen Erzen und von einem zu starken Winde her.

Man verbessert diesen Gang dadurch, daß man den Wind und die Gichten vermindert, und indem man leichtflüssige Zuschläge anwendet, wohin besonders Frischschlacken und andere Silicate zu rechnen sind. Widerstehen die Versetzungen diesen Mitteln, so zerstört man sie mechanisch, indem man, wenn es sein muß, den Tümpel wegnimmt. Ist aber der Fall von der Art, daß der ganze Ofen kalt zu werden droht, so muß man Wind unter zusammengebackene Massen führen, indem man in eines der Formgewölbe eine Oeffnung einhauet und auf diese Weise nach und nach die Temperatur herstellt, in welcher die Massen schmelzen.

Dauer des Betriebs, Unterbrechungen und Beendigung desselben.

Es ist selten, daß man durch zweckmäßige Anwendung der angegebenen Mittel nicht dahin gelangt, den schlechten Gang eines Ofens wiederherzustellen. Die Beendigung des Betriebes, oder das Ausblasen, muß nun als letztes Mittel angesehen werden.

Im Allgemeinen schreitet man nur dann zum Ausblasen, wenn das Gestelle so angegriffen ist, daß es einer vollständigen Reparatur bedarf. Bei gut betriebenen Holzkohlenöfen dauern die Campagnen gewöhnlich 10 bis 15 Monate; manche dauern zwei Jahre und einzelne noch weit länger (bis 7 Jahre); allein solche Fälle sind selten, hängen ganz von dem Material ab, mit dem Gestelle und Schacht construirt wurden, sowie auch von der gewöhnlichen Temperatur, in welcher er betrieben wird.

Um einen Ofen **auszublasen** oder außer Be-

trieb zu setzen, vermindert man nach und nach seinen Erzsatz und giebt dann noch einige Kohlengichten mit Zuschlage auf, um das Innere gehörig zu reinigen; sobald alles Erz niedergegangen ist, läßt man keinen Wind mehr ein.

Um den Betrieb vorübergehend einzustellen, ohne den Ofen auszublasen, so verfährt man, wenn dies nur 12 bis 14 Tage dauern soll, folgendermaßen. Man verschließt die Gicht, die Formen und den Heerd, nachdem derselbe gehörig entleert und gereinigt worden ist, macht alle zwei bis drei Tage einen Rost und giebt Kohlengichten, in dem Maße, daß sie einsinken, nach. Soll das Dämpfen des Hohofens längere Zeit dauern, so giebt man, nachdem die Erzgichten aufgehört haben, nun Kohlengichten auf, und wenn alles Erz geschmolzen ist, so verschließt man alle Oeffnungen luftdicht. Von Zeit zu Zeit bricht man aber den Heerd auf, reinigt ihn und giebt, nachdem auch die Gicht geöffnet worden, soviel Kohlen auf, bis er voll ist. Man kann einen Ofen auf diese Weise mehrere Monate lang mit einem geringen Kohlenaufwande im Feuer erhalten; die Wiederaufnahme des Betriebes hat keine Schwierigkeiten und erfolgt weit schneller, als das gewöhnliche Anblasen.

Materialienverbrauch und Producte.

Nachdem wir in dem Vorhergehenden im Allgemeinen die Ursachen aufgeführt haben, welche den größten Einfluß auf den Materialienverbrauch und die Producte der Hohöfen haben, wollen wir noch einige Beispiele, die sich auf verschiedene Erzarten beziehen, anführen:

1) Die in Beziehung auf Producte und Materialien merkwürdigsten Hohöfen, die wir anzuführen

im Stande sind, sind ohnstreitig die im Großherzogthume Toscana, von denen wir schon weiter oben redeten.

Das dort angewendete Erz ist das Eisenoxyd, in verschiedenem Zustande, am häufigsten als Eisenglanz, und von den Bergwerken auf der Insel Elba herkommend. Es ist leicht reducirbar, leichtflüssig und giebt 55 bis 60 Procent Eisen.

Die Kohle ist hart, dicht und das Kubikmeter wiegt etwa 250 Kil. (der preuß. Kubikfuß 16 Pfd.).

Im Ofen zu Fellonica, dessen Hauptdimensionen folgende sind:

Ganze Höhe	8,219	Met.
Durchmesser im Kohlensacke .	2,166	=
Durchmesser in der Gicht .	0,758	=

besteht eine Gicht aus:

Erz	120,75	Kil.
Kohle	69,00	=
Kalkfluß	6,90	=
Summa	196,65	Kil.

Das Erz enthält 55,81 Proc. Roheisen.

Zur Erzeugung von 100 Kil. Roheisen sind 102 Kil. Kohle erforderlich. Die tägliche Production beträgt 13479 Kil. und das in den Ofen eingeführte Windquantum ist, von der Temperatur von 0°,25 Cubikmeter; die Pressung ist = 0,069 Cubikmeter.

Sucht man die Producte und den Materialienverbrauch auf das Quadratmeter Oberfläche im Kohlensacke, so findet man:

	Erzeugtes Roheisen.	Verbrauchte Kohlen.	Eingeführte Gebläseluft in Cubikmetern.
	Kil.	Kil.	Cub.-Met.
In der Stunde	186,060	190,330	668,40
In der Minute	3,100	3,172	11,14

2) Die Dimensionen des Ofens zu Cecina sind:

Ganze Höhe	7,229	Met.
Durchmesser im Kohlensacke . .	1,807	"
Durchmesser in der Gicht .	0,641	"

Die Gichten bestehen aus:

Erz	120,75	Kil.
Kohle	69,00	"
Kalkstein	3,45	"
Summa	193,20	Kil.

Das Erz enthält 56,93 Proc. Roheisen. Man verbraucht 100 Kohle zu 100 Roheisen. Die tägliche Production beträgt 9487 Kil.; man giebt 28 Cubikmeter Wind von 0° und 0,05 Met. Quecksilberdruck. Man hat daher auf das Quadratmeter Oberfläche im Kohlensacke:

	Producirtes Roheisen.	Verbrauchte Kohlen.	Eingeführte Gebläseluft in Cubikmetern.
	Kil.	Kil.	Kub.-Met.
In der Stunde	155,000	155,000	660,00
In der Minute	2,583	2,583	11,00

3) Im Hohofen zu Baigorry in den Niedern Pyrenäen behandelt man ein Gemenge von:

0,750 Spatheisenstein,
0,125 zerreiblichem Magneteisenstein,
0,125 dichtem Brauneisenstein.

Man verbraucht zu 1000 Kil. Roheisen:

Erz	2337 Kil.
Zuschlag	197 =
Kohle	1115 =

4) Im Hohofen zu Lanvaux bei Vannes im Morbihan-Departement gebraucht man festen Roth- und Brauneisenstein, von denen das Cubikmeter 1400 Kil. wiegt, und die 34 Proc. geben. Man verbracht 125 Kohle zu 100 Roheisen.

5) Zu Laroche-Bernard verbraucht man Magnet- und Rotheisenstein von 40 Procent Eisengehalt. Zur Erzeugung von 100 Roheisen zum Gießereibetriebe sind 150 Kohle erforderlich; auch gebraucht man 20 Procent Zuschlag.

6) In den Landes verbraucht man zu 1000 Kil. Roheisen:

2379 Kil. Bohnerz,
417 = Zuschlag,
1304 = Fichtenkohlen.

7) In Berry wendet man ein Gemenge von dichtem Brauneisenstein und Bohnerz von etwa 33 Procent Eisengehalt an. Die Gicht besteht durchschnittlich aus:

Kohle . . .	130 Kil.
Erz	250 bis 300 Kil.
Zuschlag . . .	45 bis 60 Kil.

Bei einem guten Gange verbraucht man 140 Kohle auf 100 Roheisen, und man verbrennt nur 45 bis 60 Kil. Kohle auf das Quadratmeter Oberfläche im Kohlensacke. Die Windpressung ist gewöhnlich sehr

schwach, dennoch bläst man mit 0,05 Meter Quecksilberdruck in gut betriebenen Oefen.

8) Im Marne-Depart. sind die Erze viel leichtflüssiger, und zur Production von 100 Roheisen sind daher nur 100 bis 110 Kohle erforderlich. Die gewöhnlichen, im Kohlensacke 2 Met. weiten Oefen erhalten 16 bis 18 Cubikmeter Wind von 0,025 Met. Pressung zugeführt. Sie verbrennen 40 Kil. Kohle auf das Quadratmeter Oberfläche im Kohlensacke und produciren täglich höchstens 3000 bis 3400 Kil. Roheisen.

Die Gichten bestehen aus:
110 bis 120 Kil. Kohle,
300 bis 325 " Erz,
20 bis 25 " Zuschlag.

9) In der Franche-Comté besteht eine Kohlengicht, mit wenigen Ausnahmen, aus 100 bis 130 Kil. Man verbraucht 120 bis 130 Kil. davon auf 100 Kil. Roheisen, und die in der Stunde und auf das Quadratmeter Oberfläche im Kohlensacke verbrauchte Menge wechselt von 36 bis 50 Kil.

10) In den Ardennen sind die Erze strengflüssiger. Man verbraucht zu 100 Kil. Roheisen 140 bis 150 Kil. Kohlen und verbrennt auf das Quadratmeter Oberfläche im Kohlensacke und in der Stunde 50 bis 60 Kil. Die Kohlengichten sind fast eben so groß, als an der Marne.

Aus den obigen Beispielen erkennt man leicht, daß in den meisten unserer Holzkohlenhohöfen die Production in Beziehung auf den Durchschnitt im Kohlensacke sehr gering ist; durch ein stärkeres Gebläse könnte sie bedeutend vermehrt werden. Die Oefen könnten, statt der 5 bis 6 Cubikmeter, die man gewöhnlich giebt, 10 bis 12 Cubikmeter Wind auf das Quadratmeter Oberfläche im Kohlensacke aufnehmen, und man müßte sie zu gleicher Zeit erhöhen, damit

der Aufenthalt der Erze in denselben nicht so sehr abgekürzt würde. Die Production der Oefen könnte dann verdoppelt und ihre Anzahl bedeutend vermindert werden, wodurch offenbar an den Productionskosten wesentlich erspart werden muß.

Einfluß der Beschaffenheit des Roheisens.

Die obigen Zahlenangaben des Materialienverbrauchs sind durchschnittliche, bei denen man die Beschaffenheit des erzeugten Roheisens unberücksichtigt gelassen hat. Wir wollen daher jetzt untersuchen, wie die Bildung des grauen oder des weißen Roheisens Einfluß auf den Kohlenverbrauch und die tägliche Production haben können.

Es kann diese Frage, sowie die meisten sich auf den Hohofenbetrieb beziehenden, nicht allgemein gelös't werden; das, was für eine Gegend paßt, ist nicht für die andere der Fall, und oft bieten zwei, unter ganz ähnlichen Umständen betriebene Oefen, Verschiedenheiten dar, von denen man sich unmöglich Rechenschaft geben kann.

Die gesuchten Verhältnisse sind hauptsächlich nach der Beschaffenheit der Erze und nach den Formen der Hohöfen verschieden. Demnach begreift man, daß in Beziehung auf den Materialienverbrauch, ein Erz um so eher graues Roheisen giebt, als man im Allgemeinen um so weniger Verschiedenheiten in dem Verbrauche findet, wenn man von der Production des weißen zu der des grauen Roheisens übergeht, während man mit Erzen, die der Bildung des weißen Roheisens günstig sind, oft große Mühe und große Brennmaterialienopfer hat, um graues Roheisen darzustellen. Diese Bemerkung giebt eine hinlängliche Erklärung, warum an gewissen Orten der Kohlenverbrauch von 140 bis 100 auf 100 Roheisen

wechselt, je nachdem man graues oder weißes darstellen will, während an andern Orten die Differenz nur 125 oder 115 zu 100 beträgt, welches Verhältniß übrigens weit allgemeiner, als das erstere ist.

Der der Gestalt der Oefen zuzurechnende Theil des Einflusses darf nicht übersehen werden. Augenscheinlich ist die Verschiedenheit des Kohlenverbrauches um so bedeutender, je weniger sie zur Darstellung von grauem Roheisen geeignet ist.

In Beziehung auf die tägliche Production ist es erforderlich, die Windführung zu berücksichtigen; denn wenn man in einem gegebenen Ofen zur Darstellung von 100 Kil. grauem oder weißem Roheisen 120 oder 100 Kil. Kohle verbrennen muß, so scheint es eine ganz natürliche Annahme zu sein, daß, wenn man von dem Betriebe auf weißes zu dem auf graues Roheisen übergeht, die Production in dem Verhältnisse von 120 zu 100, oder von 6 zu 5 vermindert wird, wenn das Windquantum nicht in dem von 5 zu 6 zunimmt, so daß nicht mehr Zeit zur Verbrennung von 120 Kil., als zu der zu 100, erforderlich ist. In der Praxis ist es aber nicht immer gänzlich so, weil durch die Erhöhung der Temperatur selbst die Verbrennung etwas zunimmt, ohne daß die Windführung beschleunigt wird. So findet man denn, statt des Verhältnisses von 6 zu 5, ein oft geringeres, wie 6 : 5,25 oder 5,35. Jedoch sehen wir es nicht als constant an, da es aus sehr vielen Ursachen verschieden sein kann.

Jedoch darf man annehmen, daß in einer an Erzen reichen Gegend, in der man einiges Feld zur Bildung von Beschickungen, sowie zur zweckmäßigen Einrichtung der Oefen hat, die Production des grauen oder des weißen Roheisens folgende mittlere Verhältnisse darbietet. Wenn 100 Kil. graues Roheisen 120 Kil. Kohle erfordern, so verlangen 100 weißes 100,

und ein Ofen, der 5000 Kil. Roheisen von der erstern Art producirt, wird in derselben Zeit 5600 Kil. von der zweiten produciren können. Dies zweite Verhältniß muß selbst höher genommen werden, wenn man annimmt, daß das graue Roheisen lediglich zum Gießereibetriebe angewendet wird, weil in diesem Falle das Schöpfen und Abstechen viel Zeit erfordert und bedeutende Verluste nach sich zieht.

Anwendung von Holzkohlen und von erhitzter Gebläseluft.

Entdeckung.

Die erste Idee von der Anwendung erhitzter Gebläseluft rührt erst vom Jahre 1829 her und muß Herrn Neilson, Director der Gasanstalt zu Glasgow, zugeschrieben werden, der später im Vereine mit den Herren Mac-Intosh und Nielson Versuche bei den Hohöfen am Clyde in Schottland machte.

Die Unvollkommenheit der anfänglich zur Erhitzung des Windes angewendeten Apparate veranlaßte, daß die ersten Versuche nicht entscheidend ausfallen konnten; allein nachdem man dieselben verbessert hatte, überzeugte man sich, daß diese Entdeckung große Vortheile gewähre. Die Versuche waren bei Coakshohöfen gemacht worden; die erhitzte Luft gestattete die unmittelbare Anwendung von rohen Steinkohlen, ohne die Qualität oder Quantität der Producte zu vermindern, und es entstand dadurch eine bedeutende Brennmaterialien-Ersparung.

Man wendete in England die erhitzte Luft nur bei Coaks oder Steinkohlen an; allein die seit 1832 auf dem Festlande angestellten Versuche bewiesen, daß sie ebenfalls auch bei Holzkohlenhohöfen, und besonders auch bei den mit rohem oder gedörrtem Holze

betriebenen, angewendet werden kann, bei welchen letztern sie unerläßlich zu sein scheint. Seit jener Zeit hat sich der Betrieb mit erhitzter Luft sehr verbreitet, und mit einigen wenigen Ausnahmen ist er überall gelungen, ohne jedoch an allen Orten gleiche Vortheile zu gewähren. Wir wollen nur die hauptsächlichsten Wirkungen, die man dadurch erlangen kann, zu erweisen suchen.

Wirkungsweise der erhitzten Luft.

Die Anwendung der warmen, statt der kalten Luft, hat das Resultat gehabt, den Gang der Oefen zu erleichtern, denselben hitziger, garer und regelmäßiger, sowie die Führung von ihrem Betriebe leichter zu machen. Die seltenen Ausnahmen, welche man davon anführen kann, müssen der eigenthümlichen Beschaffenheit gewisser Erze oder Kohlen, hauptsächlich auch der Form der Oefen zugeschrieben werden. Indem die warme Luft die Verbrennung der Kohle in den obern Theilen des Schachtes vermindert, vermehrt sie dieselbe in den untern Theilen, so daß bei etwas starken Kohlengichten leicht leere Räume entstehen, in welche die Erze plötzlich in großen Massen eingehen. Es folgt daraus, daß bei engen Gestellen die Materialien oft Gewölbe zu bilden geneigt sind, welche das Niedergehen der Gichten momentan aufhalten und dann ein Rücken veranlassen und den Gang unregelmäßig machen. Die einzige Folgerung, welche man aus diesen Ausnahmen von der allgemeinen Regel (die man hauptsächlich in der Franche-Comté wahrgenommen hat) machen könnte, ist der Anwendung der heißen Luft nicht entgegen; sie deutet nur an, daß es erforderlich sei, in den meisten Fällen die Form des Ofens zu verändern, welches auch ganz natürlich

ist, weil man die Bedingungen des Betriebes verändert.

Indem die heiße Luft die Verbrennung der Kohle in dem Gestelle außerordentlich befördert, vermindert sie demnach den allgemeinen Kohlenverbrauch. Ihre Wirkungen sind in dieser Beziehung analog denen, welche die starke, gepreßte, kalte Gebläseluft hervorbringt. Da die Verbrennung in dem Gestelle intensiver geworden ist, so wird auch ein größerer Theil des Sauerstoffs der Luft abgeschieden, so daß, wenn sie sich erhebt und die Brennmaterialschichten im Kohlensacke und Schachte durchströmt, sie dann weit weniger zur Verbrennung geeignet ist, und daß der Verbrauch im Allgemeinen vermindert wird.

Die erste Ursache der lebhaften Verbrennung in den untern Theilen des Ofens hängt wesentlich mit der Temperatur der Luft zusammen; wirklich scheint die kalte Luft nicht eher zur Verbrennung fähig zu sein, als bis sie hinlänglich erwärmt ist. Nun ist aber eine gewisse Zeit erforderlich, bis daß diese Temperatur steigt, weßhalb sie folglich in einem höhern Theile des Ofens verbrennt und mit einer weit größern Kohlenmenge in Berührung steht, als dies der Fall sein würde, wenn sie sogleich verbrennen könnte. Die erhitzte Luft dagegen besitzt eine so hohe Temperatur, daß diese Wirkung unmittelbar nach ihrem Eintritte in den Ofen hervorgebracht werden kann. Die Kohle verbrennt mit voller Kraft an dem Puncte, an welchem es wesentlich ist, eine hohe Temperatur hervorzubringen, und sie wird an allen andern Puncten vermieden, wo ein selbst sehr geringer Wärmegrad vollkommen zur Desoxydation der Erze hinreicht.

Diese Bemerkung erläutert es sehr gut, warum die Schächte der mit heißer Luft betriebenen Oefen stets ziemlich kalt bleiben, und warum endlich die Gicht gar nicht die brennende und lange Flamme zeigt,

welche den guten Gang der mit kalter Luft betriebenen Oefen charakterisirt.

Von den hauptsächlichsten Wirkungen der erhitzten Gebläseluft.

Die Erhöhung der Temperatur im Gestelle, sowie die Verminderung der im Schachte, sind zwei bestimmte Thatsachen.

Wir wollen nun ihren Einfluß auf die Erze und Brennmaterialien untersuchen.

Reduction und Schmelzung der Erze.

Die hauptsächlichsten Bedingungen einer Verwandlung der Erze in Roheisen sind, wie man weiß, eine möglichst vollkommene Reduction, der eine vollständige Schmelzung folgt; jedoch sind sie zuweilen schwierig zu erfüllen, wenn die Erze strengflüssig und besonders, wenn sie schwer reducirbar und dabei leichtflüssig sind. Die Anwendung der erhitzten Gebläseluft wird alsdann ein mächtiges Hülfsmittel bei der Zugutemachung der Einen und der Andern, denn die große Hitze im Gestelle bedingt die vollständige Schmelzung der Materialien, und die geringe Höhe der oxydirenden Zone sichert die Erhaltung des Metalles, sowie die hinlänglich niedrige Temperatur der obern Theile die Reduction gestattet, ohne daß die Schmelzung nur irgend beginnt, was eine sehr wesentliche Bedingung für die Erzeugung grauen Roheisens ist.

So hat sich im Florentinischen das Ausbringen der kieselhaltigen und leichtflüssigen Erze seit Anwendung von erhitzter, statt kalter, Gebläseluft in dem Verhältnisse von 55,81 zu 61,63 vermehrt, und man kann sehr leicht graues Roheisen darstellen, welches

vorher nur bei einem sehr bedeutenden Materialienverbrauche möglich war.

Die Frischschlacken, welche der Typus leichtflüssiger, aber schwer reducirbarer Erze sind, lassen sich auch weit vortheilhafter mit erhitzter, als mit kalter Luft verschmelzen.

Endlich hat man fast überall, wo erhitzte Luft angewendet worden ist, reichere Beschickungen verschmelzen, oder das Verhältniß der Zuschläge vermindern können, indem in den Oefen ein weit höherer Hitzgrad entwickelt wird. So konnte man in Schlesien 36 Procent an Zuschlag ersparen, und zu Vienne in Frankreich sogar die Hälfte. In gewissen Fällen hat man indeß das Quantum des Zuschlags vermehrt, jedoch wahrscheinlich in der Absicht, um die fremdartigen Beimengungen der Erze leichter entfernen zu können. Es ist dies z. B. auf einigen Hütten am Harze der Fall, wo man 11 Procent mehr Zuschlag anwenden konnte, ohne die Dünnflüssigkeit der Schlacken zu vermindern. Diese Vermehrung des Zuschlages hat einen günstigen Einfluß auf das Roheisen gehabt, weil die aus Roth-, Braun-, Spath- und Magneteisenstein bestehende Beschickung eine bedeutende Quantität Schwefel enthält.

Beschaffenheit des Brennmaterials.

Die erhitzte Luft erleichtert die Benutzung der rohen Steinkohlen und des rohen Holzes, und die mit Anthracit betriebenen Oefen können ihrer Hülfe gar nicht entbehren. Man weiß wirklich, daß durch Aufgeben dieser Brennmaterialien der Ofen sehr abgekühlt wird, und daß ihre Verwandlung in Kohle ebenfalls eine bedeutende Wärmemenge absorbirt, so daß dies eine nachtheilige Einwirkung auf den Betrieb haben kann, wenn er nicht sehr hitzig ist. Ferner können sie

auch keine gute Wirkung haben, wenn diese Vorbereitung nicht vor ihrer Ankunft in dem Gestelle vollständig bewirkt worden ist. Nun ist es aber gewiß, daß die heiße Luft die nachtheiligen Einwirkungen der Erkaltung bedeutend vermindert und die Substanzen zur Verbrennung besser vorbereitet. Aus diesem Grunde ist der Betrieb mit rohem oder gedörrtem Holze fast stets mit dem mit erhitzter Luft verbunden.

Beschaffenheit des Roheisens.

Die Einwirkungen der heißen Luft auf die Qualität des Roheisens sind nicht überall gleich befunden worden, weil der von der Beschaffenheit der Erze ausgeübte Einfluß nie ganz unberücksichtigt bleiben kann. Allgemein ist anerkannt, daß die erhitzte Luft sehr die Bildung des grauen Roheisens begünstigt; allein man hat derselben oft eine geringere Festigkeit Schuld gegeben. Dieser Fehler mag daher rühren, daß das Roheisen zuviel Graphit, oder zuviel fremdartige Materien, besonders Silicium, enthält. Da aber das bei kalter Luft erblasene Roheisen oft denselben Charakter hat, so darf man wohl folgern, daß er dem bei heißer Luft erzeugten nicht ausschließlich eigen sei, und daß man ihn in dem einen oder andern Falle verbessern könne, indem man die Gichten, die Beschickung, oder die Gestalt der Oefen verändere.

Bei heißer Luft erblasenes Roheisen zum Gießereibetriebe ist im Allgemeinen sehr geschätzt; es ist flüssiger, hitziger und behält diese Eigenschaften auch besser, wenn es einer zweiten Schmelzung unterworfen wird, als das vom Betriebe mit kalter Luft herrührende Roheisen. Diese letztere Eigenschaft ist von höchster Wichtigkeit für die Gießereien.

Die Temperaturerhöhung begünstigt stets die Verbindung des Roheisens mit einer größern Menge von

Stoffen, wie Silicium und Mangan; auch müssen wir annehmen, daß das bei heißer Luft erblasene Roheisen mehr davon enthält, als das bei kalter dargestellte. Wir wissen, daß es einige Thatsachen giebt, welche dieser Meinung entgegen sind; allein wir betrachten sie als Ausnahmen, weil es erwiesen ist, daß der gare und hitzige Gang im Allgemeinen das Verhältniß des sich mit dem Eisen verbindenden Siliciums und Mangans erhöht. Dagegen vermindert er den Schwefelgehalt und macht die Verbindung der Kohle mit dem Eisen stabiler. Diese Grundsätze erklären es, warum an gewissen Orten die erhitzte Luft die Qualität des zu verfrischenden Roheisens verbessern konnte, indem sie dessen Schwefelgehalt verminderte, während man bei anderem keine sehr gute Wirkungen der heißen Luft erkannt hat, da es eine sehr bedeutende Menge von Silicium enthält. Im Allgemeinen ist der Frischproceß verlängert worden, welches der innigern Verbindung der Kohle mit dem Eisen zugeschrieben werden muß.

Die folgenden von Herrn Thirria angestellten Analysen können einen Begriff von der Verschiedenheit zwischen Roheisen von kalter und von heißer Luft geben:

	Bei kalter Luft und bei Holzkohlen erblasenes Roheisen.					Bei heißer Luft erblasenes Roheisen.				
						Bei Holzkohlen.	Bei Kohlen und Holz.	Bei Holz allein.		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Freier Kohlenstoff	26,00	26,00	14,00	3,20	2,00	28,00	26,00	30,00	24,00	4,00
Gebund. Kohlenstoff	10,60	10,00	20,10	28,00	30,00	6,70	9,00	6,90	11,40	26,20
Silicium . . .	13,14	11,50	3,80	1,60	1,00	20,20	12,50	32,60	7,70	2,90
Mangan . . .	Spur	Spur	—	—	—	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
Eisen	950,00	952,50	962,10	967,00	967,00	945,10	952,50	930,50	956,90	966,90
	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Nr. 1. Graues Roheisen von Montureux im Departement der obern Saône. — Grobkörnig mit Graphitschüppchen untermengt; läßt sich feilen und giebt gutes Blecheisen. Es ist aus Bohnerzen erblasen.

Nr. 2. Graues Roheisen von Clerval im Doubs-Departement. — Dieselbe Art, als die vorhergehende; es dient zum Gießereibetriebe und wird auch auf Drahtmaterialeisen verfrischt. Bohnerz von Gray und dergleichen aus der Oolith-Formation von Laissey.

Nr. 3. Halbirtes Roheisen von Cirey im Departement der Obern Marne. — Feinkörnig und dicht; hart beim Feilen. Die Erze waren knolliger Brauneisenstein und feinkörniges Bohnerz.

Nr. 4. Weißes Roheisen von Louvemont in demselben Depart. — Textur dicht und etwas strahlig; sehr hart unter der Feile. Es giebt Stabeisen zweiter Quantität, Champagneser Steinkohleneisen genannt. Feinkörniges Bohnerz aus der Oolithformation.

Nr. 5. Weißes Roheisen von Rochevilliers in demselben Depart. — Dichte Textur, etwas strahlig und von silberweißem Ansehen; sehr hart unter der Feile. Beim Verfrischen mit Holzkohlen giebt es gutes, sogenanntes Burgundisches Eisen. Bohnerz aus der Oolithformation.

Nr. 6. Graues Roheisen von Clerval (Erze von Nr. 2).

Temperatur der Luft 184°.

Windpressung 0,045 Meter Quecksilber.

Graues Roheisen von mittlerm Korn mit Graphit-Schüppchen.

Nr. 7. Graues Roheisen von Clerval. — Dieselbe Temperatur und dieselbe Windpressung, wie vorher. Die Gichten bestanden aus:

Holzkohlen . . . 89 Kilogr.

Rohem Holze . . .	30 Kilogr.
Erz	258 —
Zuschlag	18 —

Das Roheisen ist grobkörnig, weich und enthält Graphitblättchen.

Nr. 8. Schwarzes Roheisen von Audincourt im Doubs-Depart. — Sehr weich, fest und grobkörnig. Bohnerz aus der Oolith- oder Juraformation, mit Eisenglanz. Zu 1000 Kilog. Roheisen waren erforderlich:

Rohes Flößholz . .	3450 Kilogr.
Erz	3130 —
Frischschlacken . . .	148 —
Zuschlag	400 —

Nr. 9. Graues Roheisen von Audincourt. — Hellgraue Farbe, körnig, von mittlerer Größe und dicht, sehr weich und fest.

Nr. 10. Weißes Roheisen von Audincourt. — Es rührt von einem schlechten Gange des Hohofens her. Feinkörnig und dicht, auch etwas strahlig. Hart unter der Feile.

Brennmaterial-Ersparung.

Der Anwendung der erhitzten Luft ist fast überall eine sehr bemerkbare, aber sehr verschiedenartige, Ersparung an Brennmaterial gefolgt. Im Florentinischen betrug sie etwa 25 Procent; am Harze, auf den verschiedenen Hütten 14 bis 27 Procent; zu Wasseralfingen, wo man eine Beschickung von 4 Theilen Bohnerz aus der Liasformation und 1 Theil Wiesenerz verschmilzt, die einen durchschnittlichen Gehalt von 31½ Procent hat, hat sich der Kohlenverbrauch von 174 auf 113 vermindert, d. h., die Ersparung beträgt 35 Procent. Im Erzgebirge Sachsens verschmelzt man Roth- und Brauneisensteine mit quarziger Gangmasse und erspart 24 Procent an Brenn-

material. Zu Malapane in Oberschlesien verschmelzt man obigen Brauneisenstein und Sphärosiderit, und der Kohlenverbrauch hat sich um 20 Procent vermindert*). Freilich hat man nicht überall diese guten Resultate erlangt.

Die Ursachen dieser Brennmaterialienersparung sind zweierlei:

Die erste und einflußreichste hängt von der bessern Vertheilung der sich in dem Ofen entwickelnden Wärme ab. Wir haben schon bemerkt, daß fast die ganze Verbrennung in dem untern Theile stattfinde, d. h., in einem sehr beschränkten Raume, dessen Temperatur daher in einem hohen Grade erhöht werden kann, ohne daß ein starker Kohlenaufwand stattfindet. Die sich entwickelnden, ihres Sauerstoffs beraubten und sehr erhitzten Gase führen den obern Theilen eine zur Bewirkung der Reduction der Erze hinlängliche Wärme zu und entweichen fast ganz abgekühlt aus der Gicht. Es folgt daraus, daß man den größten Theil der sich entwickelnden Wärme benutzt und weniger Brennmaterial verbrauchen muß, als bei dem Verfahren mit kalter Luft, bei welchem die Kohle in einem weit größern und der Gicht weit nähern Raume verbrennt, als daß sich die ausströmenden Gase abkühlen könnten.

Die zweite Ursache hängt von der Menge der durch die heiße Luft in den Ofen gebrachten Wärme ab. Man kann sich leicht Rechenschaft von ihrem Einflusse geben, indem man das Verhältniß aufsucht, welches zwischen der Menge der durch

*) Eine recht vollständige Uebersicht der, bei einer Menge mit warmer Luft betriebenen Hohöfen erlangten Resultate findet man in folgenden Werken: Hartmann, über den Betrieb der Hohöfen rc. mit erhitzter Gebläseluft. 6 Hefte. Quedlinburg 1834 bis 1841. Merbach, die Anwendung der erhitzten Gebläseluft in dem Gebiete der Metallurgie. Leipzig 1840.

eine Kilogr. Kohle entwickelten Wärme, d. h., zwischen 7000 Wärmeeinheiten und derjenigen existirt, welche durch das zu der Verbrennung der gedachten Kohlenmenge erforderliche Luftgewicht in den Ofen geführt worden ist. Nimmt man an, daß die specifische Wärme der Luft 0,2669 betrage, so erhält man, wenn man auf 1 Kil. Kohle 10 Kil. Luft einströmen läßt:

Temperatur der Luft.	Zu 10 Kil. Luft herbeigeführte Wärmemenge.	Verhältniß zwischen den herbeigeführten und entwickelten Wärmemengen.
100	266,90	0,038
150	400,00	0,057
200	533,00	0,076
250	670,00	0,095
300	800,00	0,120
350	940,00	0,132

Man ersieht daraus, daß, wenn man die Luft, z. B. bis zu 300° erhitzt, man in dem untern Theile eines Hohofens, wenn man das Verhältniß der bei kalter Luft verbrauchten Kohlen um 0,12 oder ⅛ vermindert, eine eben so hohe Temperatur erlangen kann, als bei dem ältern Betriebe. Die Menge der in den Ofen geführten Wärme veranlaßt daher im Vereine mit einer bessern Vertheilung derselben eine Brennmaterial-Ersparung*).

*) Ebelmen ist zu derselben Folgerung gelangt, indem er bemerkte, daß zur Darstellung von zwei Litern

Windführung.

Die Temperatur, bis zu welcher man gewöhnlich die den Holzkohlenhohöfen zugeführte Luft erhitzt, schwankt zwischen 100 und 300°; jedoch kennt man die untere Grenze, bei welcher sie eine merkliche. Wirkung hervorzubringen beginnt, nicht, und ebensowenig die obere Grenze, bei welcher sich ihr Nutzeffect vermindern kann. Man wird einsehen, daß in dieser Beziehung keine allgemeine Regel stattfinden kann, und daß man in den Hütten, wo man diese Art des Betriebes einführen will, erst einige vergleichende Versuche anstellen muß.

Im Allgemeinen steigt die Brennmaterialien-Ersparung, innerhalb gewisser Grenzen, mit der Temperatur; allein es kann alsdann die Beschaffenheit des Roheisens verändert worden sein, denn bei gleichem Drucke und Gewichte nimmt die im Gestelle verbrennende Kohlenmenge mit der Temperatur der Luft zu, und es entsteht dadurch eine sehr heftige Hitze, welche auf die Producte einen nachtheiligen Einfluß hat. Man hat in diesem Falle hauptsächlich bemerkt, daß die Festigkeit des Roheisens abnehme, und daß es schwieriger zu verfrischen sei. Diese Resultate, welche sehr gut das bereits über den sehr garen und hitzigen Gang Gesagte erläutern, zeigen uns, daß man sich stets durch unmittelbare Versuche leiten lassen und die Temperatur der Gebläseluft nach der Beschaffenheit der Erze und der

---

Kohlensäure mittelst einem Liter Kohlendampf 12,90 Grammen Luft erforderlich seien, und daß die Menge der Wärme, um die Luft auf 300° zu erhitzen $= 12{,}49 \times 0{,}267 \times 300 = 1000$ Wärmeeinheiten, oder etwa $\frac{1}{2}$ von der betrage, welche durch die Verbrennung des vor der Form in Kohlensäule verwandelten Kohlenstoffes hervorgebracht wird.

Qualität des zu producirenden Roheisens reguliren muß.

In den verschiedenen Oefen, in denen man die erhitzte Luft statt der kalten angewendet hat, ist die Menge des verbrauchten Brennmaterials dem Gewichte der eingeführten Luft im Wesentlichen proportional geblieben, und man darf als Grundsatz annehmen, daß man die für die kalte Luft zu befolgenden Regeln nicht zu verändern braucht. Was nun die Pressung anbetrifft, so kann sie, unter übrigens gleichen Umständen, bei der heißen Luft geringer, als bei der kalten sein, weil ihre Wirkungen zum Theil durch die der hohen Temperatur der Luft ersetzt worden sind. Jedoch glauben wir nicht, daß ihre Verminderung vortheilhaft sein würde, wenn es darauf ankommt, daß der Ofen eine möglichst hohe Production giebt.

Production.

Wenn man erhitzte Luft ohne Verminderung des Gewichtes von dem eingeführten Quantum anwendet, so nimmt die Production stets zu, weil dieselbe Menge der verbrannten Kohle eine größere Gewichtsmenge Roheisen erzeugt. Die Production eines und desselben Ofens, der erst mit kalter und dann mit warmer Luft betrieben wird, steht daher im umgekehrten Verhältnisse des Materialverbrauchs für eine und dieselbe Gewichtsmenge Roheisen, und im directen Verhältnisse des Gewichts der eingeführten Luft.

Sehr mit Unrecht hat man dem Betriebe mit erhitzter Luft hin und wieder den Vorwurf gemacht, daß er die Production vermindere. Es kann dies nur dann der Fall sein, wenn man den Düsen nicht solche Dimensionen gegeben hat, die mit der Zunahme des Volums des erwärmten Windes im Ver=

hältnisse stehen. Es folgt daraus eine Gewichtsverminderung des eingeführten Windes und folglich auch eine Verminderung in der Menge der verbrannten Kohlen und in der Roheisenproduction in einer bestimmten Zeit.

Form der Hohöfen.

Um die erhitzte Gebläseluft mit allen ihren Vortheilen anwenden zu können, scheint eine geringe Veränderung der Dimensionen der Oefen nothwendig, damit dieselben den hervorbringenden Wirkungen mehr angeeignet werden. Da die Temperatur im Gestelle nothwendig sehr hoch ist, so kann man dasselbe etwas weiter, aber auch etwas niedriger machen, während die Rast steiler werden muß, um den Niedergang der in der Schmelzung begriffenen Materialien zu erleichtern, und das Entstehen von Gewölben zu verhindern, die den Gichtengang aufhalten. Die niedrige Temperatur im Schachte vermindert die Vorsichtsmaßregeln, um in demselben die Hitze zu concentriren, und man kann daher den Durchmesser der Gichtöffnung erweitern. Die Gasentwicklung wird erleichtert, der Gang wird regelmäßiger, und es entsteht dadurch zu gleicher Zeit eine Vermehrung des Schachtvolums, welche der Erzreduction nur günstig sein kann.

Aufgeben der Gichten.

Wenn man die Lufterhitzungsapparate über der Gichtöffnung anbringt, so ist man sehr geneigt, das Volum der Gichten zu vermehren, um das öftere Aufgeben zu vermeiden, und um den Zug, welcher die Gichtgase gegen die Röhren treibt, seltner zu unterbrechen. Dagegen wird aber die Zeit des Auf-

gebens verlängert und die momentane Abkühlung bemerkbarer. Ein solches Verfahren hat daher keine wesentlichen Vorzüge in Beziehung auf die Benutzung der verloren gehenden Flamme, während es in einigen Fällen einen ungünstigen Einfluß auf den Gang des Hohofens haben kann. Da der Zeitraum, welcher die Verbrennung zweier aufeinander folgenden Gichten im Gestelle trennt, oder der, während dessen sich nur Erz ohne Kohle zeigt, um so größer sein muß, je stärker die Gicht ist, so wird man sehr gut einsehen, daß über eine gewisse Grenze hinaus die daraus folgenden Temperatur-Unregelmäßigkeiten nachtheilig werden können. Es folgt daraus aber auch eine weit größere Neigung der Schmelzmaterialien, an den Wänden hängen zu bleiben und Versetzungen zu bilden. Man kann daraus folgern, daß beim Betriebe mit erhitzter Luft, nach den Erscheinungen im Gestelle auf der Rast, größere Gichten unzweckmäßig sind, kleinere, als die gewöhnlichen, aber einen günstigen Einfluß haben. Auch sind deßhalb kleine Gichten zweckmäßiger, als große, weil sie bei heißer Luft weniger Aenderungen erleiden, und weil folglich das Eingehen derselben um so leichter und regelmäßiger ist.

Anwendung des rohen Holzes.

Erste Versuche.

Nach Swedenborg wurde rohes Holz bereits 1726 in einem schwedischen Hohofen angewendet, jedoch waren die Resultate wenig genügend, und man mußte daher darauf Verzicht leisten. Die Sache ruhete daher über 100 Jahre, indem sie erst 1835 wieder aufgenommen wurde, indem man in der Hütte zu Samboul in Finnland rohes Fichtenholz zum Hohofenbetriebe anwendete und in einigen nordamerikani-

schen Hohöfen einen Theil der Kohlen durch Holz ersetzte.

Wir wissen nicht, ob und wo jetzt irgend ein Hohofen mit bloßem Holze betrieben wird; allein in den französischen Departements des Obern Rheins, der Obern Marne und besonders in dem der Obern Saône, giebt es mehrere Hohöfen, in denen die Hälfte des Brennmaterials aus Holz besteht. Dasselbe allein anzuwenden ist möglich; allein es erfordert einige besondere Einrichtungen, von denen wir sogleich reden werden.

Wirkungsweise des rohen Holzes.

Wenn die Hohöfen bloß mit Holzkohlen betrieben werden, so beschränkt sich ihre Wirkung lediglich auf eine zweckmäßige Verwandlung des Erzes in Roheisen. Beim Betriebe mit rohem Holze haben sie noch einen andern Zweck zu erfüllen, nämlich den eines Verkohlungsapparats; denn in dem einem wie in dem andern Falle verbrennt im Gestelle nur Kohle, und es ist diese auch das einzige Brennmaterial, welches die dort erforderliche hohe Temperatur hervorzubringen vermag. Dem Principe nach wird daher an den Erscheinungen im untern Theile des Ofens nichts verändert, vorausgesetzt, daß die Verkohlung des Holzes auf eine fast vollständige Weise, in Verbindung mit der Reduction der Erze, bewirkt wird. Es ist dies der Zweck, den man erreichen will, und man ersieht sogleich, daß dem nichts entgegen ist, da Gang und Form der Oefen sich leicht dazu einrichten lassen, wie es auch die Erfahrung vollkommen bestätigt hat. Wir haben daher nicht weiter die Möglichkeit der Anwendung des rohen Holzes, sondern nur die Art und Weise seines Verhaltens in den Hohöfen zu untersuchen und daraus

die, für die Benutzung desselben am Günstigsten erscheinenden Einrichtungen zu entnehmen.

Umwandlung des Holzes in den Hohöfen.

Die in den Oefen bewirkte Verwandlung des Holzes in Kohle, sowie sie in den Oefen vor sich geht, ist eine sehr wichtige Thatsache, die aber unglücklicher Weise erst recht wenig untersucht worden ist. Am Meisten ist die Frage durch die Untersuchungen des Herrn Ebelmen bei dem Hohofen zu Bellexon aufgeklärt, und wir theilen hier mehrere der daraus gemachten Folgerungen mit.

1) In dem ganzen obern Theile des Schachtes, dessen ganze Höhe 7,67 Met. beträgt, bis auf eine Tiefe von 4,20 Met. bis 4,50 Met. unter der Gicht, und nach einem Aufenthalte von 1½ Stunden in dem Ofen, erleidet das Holz keine merkliche Veränderung. Das rohe Holz verliert nur einen geringen Theil des in ihm eingeschlossenen hygrometrischen Wassers; die Erze verlieren nichts von ihrem Wasser und Sauerstoffe, und nur der Zuschlag allein absorbirt etwas von seiner Kohlensäure.

2) Die Destillation des Holzes beginnt in der Tiefe von 4,20 bis 4,50 Meter. Sie erfolgt auf solche Weise, daß die Oberfläche der Stücke von einem gewissen Volum schon verkohlt ist, wenn das ganze Innere noch seine natürliche Beschaffenheit hat. Diese Verkohlungsmethode giebt aber Kohlen von geringer Festigkeit; an der Oberfläche eines jeden etwas großen Stücks Holz erfolgt ein bedeutendes Schwinden, ehe die Mitte dieselbe Wirkung erleidet, woraus viele Risse erfolgen, die sich von der Peripherie nach der Mitte hin verbreiten, und zwar nach Ebenen, die mit der Achse parallel sind, oder senkrecht auf derselben stehen.

3) In einer Tiefe von 5,20 bis 5,50 Meter des Ofenschachtes, und nach einem Aufenthalte des Holzes daselbst von 2½ bis 3 Stunden, ist die Destillation des Holzes vollständig und die Kohle enthält nur noch wenige flüchtige Stoffe. In 5,50 Meter Tiefe ist die Temperatur des Ofens das Kirschrothe, während sie 1 Meter darüber zur Destillation des Holzes noch ungenügend ist. Es wird dieselbe daher in einer Zone von 1 Met. Höhe und in einer sehr kurzen, von dem Volum der Stücke abhängenden Zeit, die aber 1½ Stunden nicht übersteigt, vollständig ausgeführt. Sie erfolgt nur bei zwei Gichten zu gleicher Zeit, so daß das unterste Holz der untern Gicht gänzlich verkohlt ist, wenn das trocken gewordene Holz in der Mitte der obern fast gar keine wesentliche Veränderung erlitten hat. Die Verkohlung des roh aufgegebenen Holzes veranlaßt daher in einem sehr beschränkten Raume eine bedeutende Temperaturverminderung, die man der, bei dieser Destillation durch die dabei sich entwickelnden Gase und Dampf erfolgenden Absorption der latenten Wärme zuschreiben muß. Diese Wärmeabsorption beweis't, daß diese brennbaren Materien nicht durch den des Sauerstoffs beraubten Luftstrom, der durch den Ofen zieht, verbrannt sind; denn, wenn es anders wäre, so müßte sich die Temperatur dieser Luft nothwendig erhöhen, statt daß sie schnell sinkt.

4) In der Tiefe, in welcher das Holz vollständig verkohlt ist, sind die Erze nur in Eisenoxydul umgewandelt; sie haben daher nur ⅓ von dem Sauerstoffe verloren, den sie aufgeben müssen, um in den Zustand des metallischen Eisens zu gelangen.

5) Vergleicht man das Volum der Gichten mit dem Volum des Theils von dem Ofen, den sie einnehmen, so findet man, daß bis auf eine Tiefe

von 4,50 Met. unter der Gicht kein Schwinden stattfindet, in welcher denn auch die Verkohlung des Holzes beginnt.

Nach diesen Beobachtungen sieht man, daß die Verkohlung in den Oefen weit rascher erfolgt, als man anzunehmen geneigt ist. Es erfolgen daher um so leichtere Kohlen, je größer die angewendeten Holzstücke sind, weßhalb es vortheilhaft ist, kleine Stücken aufzugeben. Es trocknet leichter und ist besser zu der Verkohlung vorbereitet, wenn es zu dem Puncte des Ofens gelangt, an welchem dieselbe bewirkt wird.

Der Einfluß eines vorherigen Trocknens des Holzes scheint in Beziehung auf den Nutzeffect von geringer Wirkung zu sein, weil es in den obern Theilen der Oefen auf Kosten der vielen, sich entwickelnden Gase, deren Temperatur beim Ausströmen keinen Einfluß auf den Gang des Ofens im Allgemeinen ausübt, erfolgt. Jedoch muß man annehmen, daß bei gleichen Geschwindigkeiten des Gichtenganges, getrocknetes Holz dichtere Kohlen giebt, als rohes, weil seine Verwandlung mehr Zeit hat. Bei erforderlicher Höhe des Ofens würde man mit rohem Holze dasselbe Resultat erlangen.

Hauptsächliche Wirkungen des Betriebes mit erhitzter Luft.

Gang des Hohofens.

Der Ofen ist gewöhnlich etwas zum Rohgange geneigt, und jedenfalls sinkt die Temperatur der obern Theile des Schachtes. Jedoch hat diese Temperaturverminderung, welche von dem Wassergehalte des Holzes herrührt, keinen nachtheiligen Einfluß auf den Gang des Apparates, wenn der Gichtengang nicht

zu schnell ist. Der Gang bleibt regelmäßig, sobald die Beschaffenheit des Brennmaterials dieselbe bleibt.

Reduction der Erze.

Obwohl die von der Destillation des Holzes herrührenden Gase bei der Erzreduction mit dem Kohlenoxydgase zusammenwirken, so ist dies doch bei der Anwendung von Holz weniger der Fall, als bei der von Kohle, weil die viel Wasserdampf enthaltenden Gase nicht dieselbe chemische Wirkung haben können, als die reinen gekohlten Gase. Auch beginnt die Reduction erst in einer großen Entfernung von der Gicht und an einem, von der hohen Temperatur nicht weit entfernten Puncte. Es folgt daraus, daß leichtflüssige Erze mit Holz schwieriger zu verschmelzen sind, als strengflüssige, weil ihre Schmelzung vor der vollständigen Reduction beginnt.

Bohnerze und andere mulmige Arten, seien sie nun streng= oder leichtflüssig, verhalten sich stets minder gut, als feste Erze, weil sie sehr leicht durch die Brennmaterialschichten durchfallen und zum Schmelzpuncte gelangen, ehe sie zur vollständigen Reduction Zeit hatten.

Sei aber der Zustand und die Beschaffenheit der Erze, welche sie wolle, so ist stets zu fürchten, daß die Holzgichten nicht regelmäßig niedergehen, weil die große Volumverminderung, welche sie im Augenblicke der Verkohlung erleiden, eine fortwährende Ursache von Bewegungen ist, welche ein Kippen und Rücken der Gichten verursachen können.

Aus allen diesen Gründen ist es häufig der Fall, daß ein und dasselbe Erz beim Betriebe mit Holz ein geringeres Ausbringen hat, als bei dem mit Kohlen, und es ist dies besonders bei Bohnerzen der Fall. Leichtflüssige Erze dieser Art haben selbst zuweilen



solche Resultate gegeben, daß man auf die Anwendung des Holzes Verzicht leisten mußte; jedoch sind wir der Meinung, daß bei gehöriger Verfolgung des Gegenstandes alle diese Schwierigkeiten auf folgende Weise überwunden werden können:

1) Indem man die Zeit des Durchganges der Schmelzmaterialien durch den Schacht vermehrt, entweder durch einen langsamen Gichtengang, oder dadurch, daß man den Schacht weiter und höher macht.

2) Durch Anwendung von erhitzter Gebläseluft zur Erhöhung der Temperatur im Gestelle, sowie durch Verminderung der in den obern Theilen.

3) Durch Anwendung des Holzes in möglichst kleinen Stücken, so daß die Brennmaterialschichten nicht große leere Räume darbieten.

4) Indem man Bohnerze im Vereine mit derben Erzen und auf denselben aufgiebt, wodurch das Durchfallen der Erze größtentheils vermieden wird.

5) Indem man die Bohnerze etwas anfeuchtet.

Das sicherste Mittel endlich, um die Reduction mulmiger Erze zu bewerkstelligen, würde darin bestehen, aus denselben und mit Kohlenpulver und Kalk Ziegelsteine zu bilden. Jedoch reichen im Allgemeinen die übrigen Vorsichtsmaßregeln für sich hin, um den Erfolg der Operation unter den weniger günstigen Umständen zu sichern.

Gichtengang.

Man wird leicht einsehen, daß bei Oefen von gleichen Dimensionen, die eine gleiche Roheisenproduction haben, und von denen der eine mit Kohlen und der andere mit Holz betrieben wird, der Gichtengang bei dem zweiten schneller, als bei dem ersten, ist. Es bestehe bei ersterm eine Gicht aus:

Erz	0,20	Cubikmeter
Kohle . . .	0,48	"
Zuschlag . . .	0,04	"
Summa	0,72	Cubikmeter

Bei dem zweiten wird eine Gicht, vorausgesetzt, daß 200 Holz dem Volum nach 100 Kohle ersetzen, bestehen aus:

Erz	0,20	Cubikmeter
Kohle . . .	0,96	"
Zuschlag . . .	0,04	"
Summa	1,20	Cubikmeter

Das von einer Gicht mit Kohlen in dem Ofen eingenommene mittlere Volum beträgt 0,72 Cubikmeter × 0,85 = 0,61 Cubikmeter; das bei einer Gicht mit Holz = 1,20 × 0,62 = 0,74. Beträgt daher der räumliche Inhalt 15 Cubikmeter, so wird der Ofen 24,50 Gichten mit Kohlen und 20 Gichten mit Holz enthalten; woraus man ersieht, daß bei gleicher Production diese letztern eine geringere Zeit in dem Ofen bleiben, als die erstern. Da nun das Entgegengesetzte stattfinden müßte, so darf man sich nicht wundern, daß in den mit Holz betriebenen Oefen, deren Formen nicht verändert worden sind, der Betrieb nicht so vortheilhaft sein kann, als mit bloßen Kohlen, und daß die Production abnimmt.

Nimmt man das Volum der Kohlen, welche bei regelmäßigem Gange des Ofens eine Gicht bilden sollen, als bestimmt an, so muß das Volum der Holzgicht so sein, daß, wenn sie zu Kohle reducirt ist, sie soviel Raum einnimmt, als reine Kohle. Bei einem kleinen Ofenschachte ist es vortheilhaft, die Gicht so klein zu machen, als es die Regelmäßigkeit des Ganges nur irgend gestattet, damit die Schmelzmaterialien gleicher vertheilt werden können.

Von der Windführung.

Die Anwendung von Holz, statt Kohle, erfordert keine Vermehrung des dem Ofen zugeführten Windquantums; es muß dies stets im Verhältnisse mit der Menge der in dem angewendeten Brennmaterial enthaltenen Kohle stehen. Wenn man daher zur Verbrennung von 1 Kil. Holzkohle ohngefähr 10 Kil. Luft nöthig hat, so müßte man zur Verbrennung von 1 Kil. rohem Holze, welches nur 35 Proc. Kohle enthält, $10 \times 0{,}35 = 3{,}50$ Kil. haben. Wendete man getrocknetes oder gedörrtes Holz an, so würde man die zur Verbrennung von 1 Kil. derselben erforderliche Luftmenge finden, wenn man ihren Kohlengehalt mit 10 multiplicirte. In allen Fällen bleibt das Luftvolum fast constant, weil das Gewicht der verbrauchten Materialien fast im umgekehrten Verhältnisse ihres Kohlegehaltes steht. Die Pressung des Gebläsewindes bleibt mit den, dieselbe bestimmenden allgemeinen Regeln in Uebereinstimmung.

Die Anwendung von erhitzter Gebläseluft ist bei den mit rohem Holze betriebenen Hohöfen nicht unumgänglich nothwendig; allein man hat gefunden, daß sie ganz unverkennbar einen guten Einfluß darauf hat. Sie erhöhet nicht allein den Nutzeffect des Holzes, so gut wie den der Kohle, sondern sie ist auch das kräftigste Mittel gegen den, gewöhnlich aus der Benutzung unverkohlter Brennmaterialien herbeigeführten, unregelmäßigen Gang. Wir sind daher der Meinung, daß in allen Hütten, in denen man die Kohle durch rohes oder selbst gedörrtes Holz versetzen will, fast unerläßlich ist, Lufterhitzungsapparate zu errichten. Die Umwandlung des Brennmaterials ist stets eine schwierige Sache, und man darf sie nur dann vornehmen, wenn man mit den

besten Mitteln zur Begegnung von Unfällen versehen ist. Die warme Gebläseluft entspricht dieser Bedingung und sichert auch eine Brennmaterial-Ersparung.

Qualität des Roheisens.

Die Anwendung des Holzes von gleichartiger Beschaffenheit ändert gar nichts an der Beschaffenheit des Roheisens. Wenn man zuweilen eine Tendenz zum Weißwerden des Roheisens oder zum Rohgange wahrgenommen hat, so kann dies nur der Temperaturverminderung zugeschrieben werden, die sich stets dann beim Ofengange zeigt, wenn man feuchte Materialien aufgiebt, die nicht gehörig vorbereitet in das Gestelle gelangen. Bei dem Betriebe mit bloßen Kohlen ist es zufällig, bei dem mit Holze vorherzusehen. Sind die Resultate schlecht, so muß man dies nicht dem Brennmaterial zuschreiben, sondern vielmehr einem zu schnellen Gichtengange und innern Formen der Oefen, die ihren Leistungen nicht gehörig entsprechen.

Bei Holz und erhitzter Luft erblasenes Roheisen verhält sich beim Verfrischen wie bei kalter Luft erzeugtes Holzkohlen-Roheisen, dessen Zusammensetzung es auch, wie wir oben bei den Analysen sahen, sich sehr nähert.

Brennmaterial-Ersparung.

Die ganze Brennmaterialien-Ersparung, die man bei der Anwendung von Holz erlangt, scheint zum Theil dem Verhältnisse der Kohle zugeschrieben werden zu müssen, die in dem Ofen bleibt. Die gewöhnliche, sorgfältig ausgeführte Verkohlung giebt 17 Proc. dem Gewichte und 32 Proc. dem Volum nach. Da es nun leicht gelingt, 0,50 Cubikmeter

Kohle durch 1 Cubikmeter rohes Holz zu ersetzen, welches nur 32 geben würde, so erspart man daher 50 — 32 = 18, oder 36 Proc., wenn das Holz vollständig die Kohle ersetzt, wie dieß seit einiger Zeit in der Hütte zu Audincourt der Fall ist.

Production.

Die Substitution des Holzes für die Kohle hat die tägliche Production der Oefen, in denen man zu gleicher Zeit den Gichtengang beschleunigt hat, nicht vermindert. Jedoch kann dies nicht immer der Fall sein, und dann besteht das einzige Mittel, um dasselbe Ausbringen beizubehalten, in einer Vermehrung der Dimensionen des Apparates.

Dem Principe nach müssen wir annehmen, daß, wenn Holz in einem und demselben Ofen die Kohle ersetzt, die Production geringer werden muß, weil die Reduction minder schnell ist, und weil das Holz einer längeren Zeit, als die Kohle bedarf, um sich zur Verbrennung vorzubereiten. Ist es anders, so darf man schließen, daß der vorhergehende Gang, welcher als Vergleichungspunct dient, viel zu langsam war.

Im Allgemeinen folgert man nicht auf diese Weise, wenn man den Betrieb einer Hütte verändert; man nimmt fast immer an, daß der ältere so vortheilhaft als möglich sei, man vergleicht den neuen damit und folgert je nach den Resultaten dafür oder dawider. Aus dem besondern Gesichtspuncte der Hütte kennt man freilich den vortheilhaftesten Betrieb; allein aus dem allgemeinen Gesichtspuncte können diese Folgerungen falsch sein, weil man oft ein Verfahren aufgiebt, ohne es vollkommen benutzt zu haben, und weil man nicht alle einen Einfluß äußernde Umstände berücksichtigt.

Die wahrgenommene Productionsverminderung

hängt nicht von der Weite des Ofens im Kohlensacke ab; denn in dieser Beziehung sind die Betriebsbedingungen in beiden Fällen fast gleich. Sie hängt dagegen hauptsächlich von dem räumlichen Inhalte und von der Höhe der obern Regionen ab. Soll daher ein mit Holz betriebener Hohofen eben soviel Roheisen produciren, als ein mit Kohlen gespeis'ter, so braucht man denselben nicht im Kohlensacke zu erweitern, sondern man muß ihn erhöhen, und überhaupt den Schacht vergrößern, um die Gichtenzahl, die er zu enthalten vermag, vergrößern zu können, so daß ihr Aufenthalt in dem Ofen verlängert wird. Kann man einen Ofen nicht erhöhen, so muß man den Kohlensack tiefer legen.

Gestalt der Oefen.

Man wird nach dem Obigen leicht einsehen, daß rohes Holz nur dann mit vollständigem Erfolge angewendet werden kann, wenn die Gestalt der Oefen zweckmäßig verändert worden ist. Ist der Durchmesser im Kohlensacke gegeben, so muß, unserer Meinung nach, die ganze Höhe ohngefähr das Fünffache desselben betragen. Die Lage des Kohlensackes über dem Bodensteine bleibt ohngefähr dieselbe, wie bei einem Holzkohlenhohofen, so daß die Höhenzunahme besonders den Schacht betreffen muß. Man erhöhe daher den cylindrischen Theil des Kohlensacks und mache die Gichtöffnung etwa halbmal so weit, als diesen. Eine solche Construction scheint uns wesentlich, weil sich die Wasserdämpfe leicht entwickeln müssen. In Beziehung auf Wärmeverlust kann sie übrigens keinen nachtheiligen Einfluß haben, weil die Temperatur der obern Theile nothwendig sehr gering ist.

Was nun die Rast und das Gestelle betrifft,

so richtet man sich in dieser Beziehung, wie gewöhnlich, nach der Beschaffenheit des Erzes und nach der Dichtigkeit der Kohle, welche die angewendeten Holzarten angeben. Jedoch ist es zweckmäßiger, das Gestelle etwas zu erhöhen, als es niedriger zu machen, ohne nicht auch den Querschnitt zu verändern.

Es sind diese Einrichtungen besonders dann zweckmäßig, wenn man lediglich rohes Holz anwendet; besteht nur ein Viertel oder die Hälfte der Gicht daraus, so darf die Gestalt des Hohofens nur in Beziehung zu der angewendeten Menge verhältnißmäßige Veränderungen erleiden.

Haupthinderniß bei der ausschließlichen Anwendung von rohem Holze.

Wir zweifeln gar nicht, daß rohes Holz ausschließlich zur Roheisenproduction angewendet werden könne. Der Hohofen zu Audincourt ist 2½ Monate lang auf diese Weise betrieben worden, und es kann dies überall geschehen, wo man die erwähnten Maßregeln beobachtet. Das Haupthinderniß des Betriebes mit rohem Holze liegt nicht darin, daß es grün und mit Wasser gesättigt ist, es rührt fast nur daher, daß das angewendete Brennmaterial keine gleichförmige Mischung hat. Da die Wassermenge, welche es enthält, und folglich seine Heizkraft, sich in jedem Augenblicke mit dem Zustande der Atmosphäre verändert, so wechseln die Bedingungen des Ofenbetriebes fortwährend, so daß derselbe nicht regelmäßig sein kann. Man kann ohne alle Schwierigkeit einen Ofen so einrichten, daß er Holz mit 10, 20 oder 30 Proc. seines Gewichts Wassergehalt verbraucht; allein es ist durchaus unmöglich, seinen Gang und seine Production gleichartig zu machen, wenn der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes von einem Augenblicke

zum andern von dem Einfachen zum Doppelten wechselt. Es ist dies die Ursache, welche die ausschließliche Anwendung des rohen Holzes sehr schwierig und wenig vortheilhaft machen wird; sie hört gänzlich auf, sobald das Holz eine Vorbereitung (Trocknen, Dörren, Verkohlen) erleidet, welche seine Beschaffenheit unveränderlich macht.

Anwendung getrockneten oder gedörrten Holzes.

Das **gedörrte Holz**, oder die braune Kohle, ist ein Brennmaterial, welches, in Beziehung auf seine Dichtigkeit und seinen Kohlegehalt, fast genau in der Mitte zwischen dem rohen Holze und der schwarzen Kohle steht. Dasselbe läßt sich von seinem Verhalten in den Hohöfen, sowie von den Mitteln seiner zweckmäßigsten Benutzung, sagen. Wir gehen daher in dieser Beziehung in keine Einzelnheiten ein, indem uns die Frage durch das über die Anwendung des rohen Holzes und die Holzkohle Gesagte hinlänglich aufgeklärt erscheint.

Fortschritte dieser Betriebsmethode.

Die weit größere Leichtigkeit, mit welcher man die schwarze Holzkohle durch stark getrocknetes Holz oder braune Kohle, als mit rohem Holze, versetzen kann, ohne die Beschaffenheit und den Betrieb der Hohöfen wesentlich zu verändern, rührt, wie wir schon bemerkt haben, daher, daß diese Brennmaterialien der eigentlichen Holzkohle näher stehen, als das rohe Holz, hauptsächlich aber von ihrer weit gleichartigern Mischung. Man wendet sie daher auch weit häufiger an, und während mit rohem Holze und selbst theilweise mit solchem betriebene Hohöfen noch zu den

Seltenheiten gehören, giebt es mit gedörrtem oder getrocknetem Holze betriebene schon an vielen Orten, und besonders verbreitet ist dieser Betrieb in den Ardennen und in der Franche-Comté, indem es dort viele Hohöfen giebt, die gewöhnliche Kohlen gar nicht mehr benutzen.

An der Maas und Marne macht diese Betriebsmethode langsamere Fortschritte, und wir glauben, daß man dies zum großen Theile der Beschaffenheit der Erze zuschreiben müsse, welche, wegen ihrer Leichtflüssigkeit und wegen ihres sehr getheilten Zustandes ganz besondere Vorsichtsmaßregeln erfordern, wohin eine Veränderung der Gestalt des Ofens, die Anwendung erhitzter Gebläseluft u. s. w. gehören, damit der Betrieb mit Holz oder mit brauner Kohle vortheilhaft sein könne.

Einfluß auf den Betrieb.

In den meisten mit erhitzter Gebläseluft betriebenen Hohöfen hat man den größten Theil der Kohle durch gedörrtes Holz ersetzen können, ohne irgend etwas an der Gestalt des Ofens, oder an den übrigen Vorrichtungen zu ändern. Nur den Erzsatz hat man etwas vermindert, weil die Weite der Gicht und die Schachthöhe es nicht gestatten, das Volum der Kohlen- und Holzgicht so zu vergrößern, daß man die vorherige Größe der Erzgicht beibehalten konnte*). Es ist dies bis jetzt der gewöhnlichste Fall in den Ardennen, wo der Gang der Oefen, das

*) Genaue Berichte über den Betrieb mit rohem und gedörrtem Holze, hauptsächlich nach den Abhandlungen von den Herren Ingenieuren Bineau und Sauvage, findet man in meinem Werke über den Betrieb mit erhitzter Gebläseluft. V. 137 zc.

Erzausbringen und die Qualität des Roheisens geblieben sind, wie sie vorher waren; allein die tägliche Production hat sich etwas vermindert, wie dies auch vorherzusehen war. Es ist daher wahr, daß man an gewissen Orten die schwarze Kohle durch die braune ersetzen kann, ohne die ersten Bedingungen des Betriebes verändern zu müssen. Jedoch erscheint es uns nicht minder klar, daß es sehr zweckmäßig sein wird, den Gang und die Gestalt der Hohöfen in dem Sinne der bei dem rohen Holze angedeuteten Veränderungen zu modificiren, und daß in vielen Fällen dieselben eine unerläßliche Bedingung für den Erfolg sein werden.

Brennmaterialien-Ersparung.

In den mit gedörrtem Holze betriebenen Hütten ist es sehr gut gelungen, 0,45 Cubikm. schwarze Kohle durch das Product des Dörrens oder der halben Verkohlung von 1 Cubikm. rohem Holze, welches bei der Meilerverkohlung nur 0,32 Cubikm. gegeben haben würde, zu ersetzen. Die erlangte Ersparung beträgt daher 45 — 32 = 13, d. h. 29 Procent.

Im Allgemeinen ist diese Ersparung noch bedeutender, denn bei einer nicht sorgfältigen Waldverkohlung und Aufbewahrung der Kohlen erlangt man selbst nur 29 Procent. Wir behalten jedoch 32 Proc. bei, da, wenn man die schlechtesten Resultate eines Processes zur Vergleichung wählt, man nothwendig übertreibt und Fehler macht. Es muß auch hinzugesetzt werden, daß, in Beziehung auf die Brennmaterial-Ersparung, die Anwendung des gedörrten und vor Allem die des getrockneten Holzes, welches letztere dieselben Vortheile, wie das rohe, gewährt, so hoch steht, daß man die alte Methode durchaus nicht



herabzusetzen braucht, um die Vortheile der neuen hervorzuheben.

Allgemeine Vortheile.

Wir können die Besitzer und Beamten von Eisenhütten nicht genug darauf aufmerksam machen, wie wichtig die Verfolgung der neuen Betriebsmethode für die Zukunft ist. Eine Brennmaterial-Ersparung von 29 Proc. bei der Anwendung von gedörrtem und von 36 Proc. von rohem oder getrocknetem Holze ist gewiß von der Art, daß sie Jeden, der nur einigermassen Sinn für die Fortschritte seines Faches hat, zu Versuchen veranlassen müssen. Setzt man nun eine Ersparung von etwa 20 Procent durch Anwendung der erhitzten Gebläseluft hinzu, so sieht man, daß man in allen mit Holz und kalter Luft selbst sehr gut betriebenen Hohöfen den Verbrauch sehr bedeutend durch Anwendung von Holz und erhitzter Luft vermindern kann.

Die Kostenersparung folgt freilich einem andern Verhältnisse, besonders, wenn die Hütten von den Forsten weit entfernt liegen. Allein in einer Zeit, wo das Holz so theuer und so schwierig anzuschaffen ist, sowohl wegen der gegenseitigen Concurrenz aller Gewerbe in dieser Beziehung, als wegen der Conflicte, die stets zwischen den Privatinteressen und der Forstverwaltung entstehen, muß man, unserer Meinung nach, sich sehr beeilen, jede Maßregel zur Holzersparung zu ergreifen, und selbst dann, wenn kein großer Geldgewinn daraus entsteht. Stets wird man seine Ankäufe leichter und wohlfeiler machen und daher die Generalkosten und die Betriebsgelder bedeutend vermindern können. Jedenfalls hat die Annahme dieser Ersparungen einen sehr reellen Nutzen; und wenn auch die Anwendung des gedörrten oder

getrockneten Holzes, dann, wenn die Hohöfen fern von den Forsten liegen, keine unmittelbare Kostenersparung veranlaßt, so ist es doch ganz anders mit der erhitzten Gebläseluft, deren Apparate keine bedeutenden Anlagekosten veranlassen, und deren erzielte Brennmaterial-Ersparung fast reiner Gewinn ist.

Die Ersetzung der kalten durch warme Gebläseluft ist jetzt eine gewöhnliche Sache geworden, und der Erfolg derselben ist fast immer gewiß. Die Apparate sind wohl bekannt; sie sind leicht einzurichten, und ihr gänzlich auf den Ofen, auf den sie angewendet sind, beschränkter Einfluß dehnt sich nur mittelbar auf die allgemeinen Bedingungen des Betriebes der Hütte aus. Anders ist es mit dem rohen und getrockneten Holze; die in ihren verschiedenen Beziehungen untersuchte Frage zeigt so große Schwierigkeiten, daß man sich nicht wundern darf, wenn sie bis jetzt vielen Hütten, die die Vor- und Nachtheile berechnen konnten, unzulänglich gewesen ist.

Zuvörderst muß aus dem Gesichtspuncte der Eisenhüttenkunde bemerkt werden, daß das Problem noch auf keine genügende und besonders dem Practiker genügende Weise gelös't worden. Es giebt sehr viele glückliche Erfolge, aber auch sehr schlecht ausgefallene, und so gewiß es ist, daß die Schwierigkeiten, welche die Ursache davon sind, nirgend unüberwindlich sind, so ist dies allein doch schon hinreichend gewesen, diejenigen abzuhalten, die ihren eigenen Einsichten und ihrer eigenen Beharrlichkeit nicht trauten, oder diejenigen, denen es an Capitalien zu den kostbaren Versuchen mangelte. Sehe man nun die Wichtigkeit dieser Betrachtungen an, wie man wolle, so scheinen sie nur von geringem Werthe, wenn man die Frage in ihren Beziehungen zu der äußern Verwaltung einer Hütte, d. h., zu dem Ankaufe und Transporte der Schmelzmaterialien, betrachtet.

Es giebt wohl nur wenige bedeutende Hütten, die das zu ihrem Betriebe erforderliche Holz eigen besitzen, sondern fast alle sind genöthigt, dasselbe aus Staats- oder Privatwaldungen anzukaufen, deren Verwaltung auf alle mögliche Weise den höchsten Preis aus dem Verkaufe des Holzes zu ziehen sucht. Wenn die auf diese Weise veranlaßte Concurrenz der Eisenhüttenbesitzer, von der sie unter allen Gewerbetreibenden zuerst die Opfer werden, da ihre Bedürfnisse die größten und dringendsten sind, nur den stets steigenden Preis des Brennmaterials zur Folge hätte, so würden sie sich in eine zu berechnende unvermeidliche Sache fügen und darauf hinarbeiten müssen, möglichste Ersparungen bei dem Betriebe einzuführen. Allein unglücklicher Weise sind die Folgen noch nachtheiliger. Es ist dies der Zustand der Unsicherheit, in welche ein Gewerbe versetzt worden ist, welches nicht zwei Jahre im Voraus die Qualität des Holzes, welches es verbrauchen soll, kennen kann und ebensowenig auch die Entfernungen, aus denen es herbeigeschafft werden muß. Die nachtheilige Folge davon ist nicht allein die, daß man die Productionskosten nicht vorher berechnen und in bedeutende Irrthümer in dieser Beziehung verfallen kann, sondern daß auch die bedeutendsten Verbesserungen, die auf die Art und Weise der Brennmaterial-Anschaffung begründet sind, aufgehalten werden. Dahin gehört z. B. die aus so vielen Rücksichten zu empfehlende Anwendung des Holzes beim Hohofenbetriebe, die aber dann nicht ausgeführt werden kann, wenn der Preis des Holzes und des Transports gewisse Grenzen erreichen.

Es ist ganz klar, daß eine im Verhältnisse zu den Forsten gut gelegene Hütte bei Anwendung dieses Verfahrens in große Verlegenheit gerathen kann, weil ihre Concurrenten ihr diese Materialien nehmen und sie zwingen können, ihren Bedarf entfernter zu suchen,

so daß sie nur mit Verlust betrieben werden kann, oder die Methode aufgeben muß, wobei denn die Kosten des Apparats und der Versuche verloren gehen. Leider sind Fälle dieser Art schon vorgekommen, wie wir nicht verschweigen dürfen, denn wenn wir gute Betriebsmethoden empfehlen, so müssen wir auch die Hauptschwierigkeiten bei ihrer Anwendung angeben.

Die Anwendung von im Walde getrocknetem Holze hat einen Theil der angegebenen Nachtheile nicht. Sie ist selbst dann anwendbar, wenn die Forsten weit von der Hütte entfernt liegen, und die Producte sind eben so gut, als wenn das Trocknen auf der Gicht vorgenommen wird, sobald man nur die erforderliche Sorgfalt darauf verwendet.

Einer von den großen Vortheilen der Vorbereitung des Holzes auf den Hütten besteht darin, daß man das Brennmaterial in demselben Jahre, in welchem es angekauft ist, auch verbrauchen kann, und ohne daß man die Kosten und den Verlust hat, der mit der Aufbewahrung in den Magazinen verbunden ist, sowie folglich dadurch auch an Capital und Zinsen erspart wird. In dieser Beziehung hat die Bereitung der braunen Kohle alle Nachtheile der ältern Verkohlungsmethode, obwohl der Verlust beim Transport und bei der Magazinirung geringer ist; in andern Beziehungen steht jene aber so sehr über dieser, daß man sie durchaus ein vortreffliches, mit Sicherheit anzunehmendes Verfahren nennen kann, bei welchem man nicht den schlechten Chancen unterworfen ist, die der Transport des rohen Holzes nach sich zieht.

Anwendung des gedörrten oder verkohlten Torfes.

Beschaffenheit des Torfes.

Torf wird nur an wenigen Orten zum Hohofenbetriebe angewendet, und die angestellten Versuche sind noch nicht genug ausgeführt worden, als daß man einen genauen Begriff von der Lösung der Frage hätte erlangen können.

Die Natur dieses Brennmaterials ist sehr verschiedenartig, und wenn gewisse Arten auch recht gut zum Hohofenprocesse anwendbar sind, so können andere durchaus nicht benutzt werden. Dahin gehört hauptsächlich der kiesige Torf, der nur ein schlechtes Roheisen geben würde, sowie auch der viele Asche enthaltende. Letzterer giebt eine zähe Schlacke, welche leicht zu Versetzungen des Gestelles und Heerdes Veranlassung geben kann. Enthält der Torf dagegen keine für die Qualität des Metalles nachtheilige Substanz, so können die Nachtheile, welche seine Benutzung mit sich bringen, leicht durch Anwendung der erhitzten Luft aufgehoben werden. Kalkhaltiger Torf ist sehr gut, indem man bei dessen Anwendung weniger oder gar keinen Zuschlag bedarf.

Die Anwendung des, etwa auf $\frac{2}{3}$ seines Volums reducirten, gedörrten Torfes ist weit zweckmäßiger, als die des verkohlten, weil, bei gleichem Kohlengehalte, das Verhältniß der Asche geringer ist, ohne übrigens die großen Vortheile zu rechnen, welche die Brennmaterial-Ersparung gewährt.

Der Grad der Dichtigkeit des Brennmaterials ist sehr wichtig für den Hohofenbetrieb, und in dieser Beziehung der Torf sehr verschiedenartig. Wir wollen gern zugestehen, daß die Art und Weise der Vorbe-

reitung einen gewissen Einfluß auf seine gewöhnliche Festigkeit ausüben kann, jedoch hängt diese größtentheils von dem Verhältnisse der darin enthaltenen fremdartigen Stoffe ab. So kann ein an Asche reicher Torf eine sehr feste Kohle geben, während der an Kohlenstoff sehr reiche und wenig Asche enthaltende im Allgemeinen ein wenig festes Product giebt.

Kurz, die Bedingungen, welche die Anwendung des Torfes zum Hohofenbetriebe am meisten begünstigen, sind die folgenden:

1) daß er gar keine Kiese und andere schädliche Stoffe enthalte;

2) dagegen eine hinlängliche Menge Asche, so daß die Kohle fest ist und doch nicht zu bedeutend, damit das Gestelle nicht versetzt werde, indem dann zuviel Schlacken gebildet werden;

3) daß die Asche mehr kalkig, als kieselig, sei.

Man darf daher annehmen, daß Hütten, welche Torflager in ihrer Nachbarschaft haben, sehr gut thun werden, ihn zu benutzen, nachdem sie vorher Versuche angestellt und eine Berechnung der Gewinnungs- und Vorbereitungskosten gemacht haben, die sich in gewissen Fällen sehr hoch belaufen können.

Vorbereitung.

Sei nun auch der Kohlegehalt des anzuwendenden Torfes, welcher er wolle, so muß man sich darauf beschränken, ihn eine Zeit lang an der Luft zu trocknen, ihn dann mittelst der verloren gehenden Flamme der Hohöfen dörren, wobei man aber weit langsamer verfahren muß, als bei der Behandlung des Holzes, da der Fall ein sehr verschiedener ist. Das Holz ist ein Stoff von sehr stark ausgesprochener Organisationskraft; muß es sich von den in ihm enthaltenen flüchtigen Stoffen trennen, so wird zwar



sein Gefüge sehr geändert; allein es bleibt noch zum Theil, während dasselbe beim Torfe gar nicht existirt, und auch nicht durch die Cohäsionskraft, welche die Mineralkörper characterisirt, ersetzt worden ist. Das Dörren muß daher langsam erfolgen, damit die Ausdehnung der Dämpfe der Näherung der Theilchen, aus denen der Torf besteht, so wenig als möglich nachtheilig sei.

Allgemeine Angaben.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß der Gebrauch des gedörrten oder verkohlten Torfes Veränderungen in der Gestalt der Hohöfen erfordern wird. Jedenfalls kann dieselbe aber nur in Beziehung auf die Beschaffenheit des anzuwendendenden Torfes bestimmt werden. Die Windführung muß im Verhältnisse zu der Dichtigkeit des Brennmaterials und seinem Kohlengehalte bleiben, und wegen Anwendung erhitzter Luft darf man nicht in Zweifel bleiben; denn der Torf entzündet sich leitcht, wenn er trocken ist, und dürfte dann leichter im Schachte, als im Gestelle, verbrennen. Die warme Luft muß das Verbesserungsmittel dieser Eigenschaft sein, und sie würde auch bei zu steifen und bei zu häufigen Schlacken von Nutzen sein.

Unter den wenigen zweckmäßig gemachten Versuchen, den Torf beim Hohofenbetriebe anzuwenden, verdienen besonders die zu Ransko in Böhmen unternommene Beobachtung*). Der Ofen ist im Schachte 20, in der Rast und im Gestelle auch 6 Fuß hoch, im Kohlensacke 9 und in der Gicht 6 Fuß weit. Die Düsen beider Formen sind 28 Lin. weit. Der Wind

*) Berg- und Hüttenmännische Zeitung, Jahrg. 1843, S. 413 ꝛc.

wird auf der Gicht bis zu 120° R. erhitzt. — Man verschmilzt braunen Thoneisenstein und ⅓ Magneteisenstein mit Kalksteinzuschlag und die Beschickung hat etwa 25 Procent Eisengehalt. Das Brennmaterial besteht zur Hälfte aus sehr lufttrocknem Torfe und zur Hälfte aus Holzkohlen von schlechter Qualität aus Nadel- und Laubhölzern. Man fand, daß ein Volumtheil Torf 0,75 Volumtheile Holzkohle und 1 Gewichtstheil Torf 0,47 Gewichtstheile Holzkohlen ersetzen; daß zu 100 Pfd. Roheisen etwa 20 Cubikfuß oder 179 Pfd. von dem Brennmaterial erforderlich waren. Die Production vermindert sich bei Anwendung des Torfes; sie beträgt jetzt wöchentlich 300 Centner.

Anwendung der Frischschlacken.

Zusammensetzung.

Frischschlacken nennt man die unreinen Producte, welche sich während der verschiedenen Perioden der Stabeisenfabrication, erfolge diese nun durch die Rennarbeit oder durch das Heerdfrischen, oder durch die Puddelarbeit, bilden.

Diese Producte sind sehr verschiedenartige Silicate, die stets eine große Menge Eisenoxyd enthalten, so daß sie als künstliche, sehr reiche Erze anzusehen sind, die 40 bis 60 Procent Roheisen geben, und deren Benutzung um so mehr Vortheile gewährt, da man sie gewöhnlich mit wenigen Kosten haben kann.

Die Frischschlacken bestehen hauptsächlich aus Kieselsäure und Eisenoxyd; jedoch findet man in ihnen auch die meisten in den Erzen selbst enthaltenen Substanzen, so außer der Kieselsäure, etwas Kalkerde, Bitter- und Thonerde, Mangan, Schwefel und Phosphor.

Da ihre Benutzung um so vortheilhafter ist, je

reiner sie sind, so muß man sehr aufmerksam auf ihre Entstehung sein, um in das zu erzeugende Roheisen nicht Stoffe zu bringen, die sehr nachtheilig auf dessen Beschaffenheit einwirken können. Phosphor und Schwefel sind bekanntlich die am Meisten zu fürchtenden Stoffe, und die zuviel davon enthaltenden Schlacken dürfen, und wenn sie auch noch so eisenhaltig sind, nicht zur Production von zu verfrischendem Eisen angewendet werden; kurz, man muß bei ihnen dieselben Rücksichten, wie bei den Erzen selbst, nehmen.

Anwendung.

Der Charakter aller, mehrere Basen enthaltenden Silicate ist eine große Leichtflüssigkeit und eine geringe Reducirbarkeit. Die Schlacken sind gänzlich in diesem Falle, und ihre Zugutemachung in den Hohöfen, die einzige übrigens, welche gewöhnlich zulässig ist, bietet stets große Schwierigkeiten dar.

Ihre Benutzung in starken Verhältnissen und im rohen Zustande, d. h. in großen Stücken, giebt stets zur Entstehung von weißem Roheisen Veranlassung. Ihre Reduction erfolgt schlecht, und sie schmelzen, ehe die geringste Umwandlung vor sich gehen konnte, weil Kohle und Kalk nicht stark genug auf das Eisensilicat wirken, um diese leichtflüssige Verbindung auflösen und eine andere, die es weniger ist, bilden zu können. Das Eisensilicat geht in die Schlacke über und entkohlt das Roheisen, ohnerachtet des anzuwendenden Ueberschusses an Kohle.

Um diese Wirkungen zu vermeiden, müssen die Schlacken in sehr kleinen Stücken reducirt werden, man muß ferner viel Zuschlag anwenden und, mit einem Worte, so verfahren, daß die aufeinander einwirkenden Stoffe einander so nahe als möglich berühren, und

daß man den Zweck auf möglichst günstige Weise zu erlangen sucht.

Die beste Lösung der Frage ist von Herrn Berthier angegeben. Sie besteht darin, die Schlacken zu zerreiben, das grobe Pulver sehr genau mit Kohlenstaub und gelöschtem Kalk zu vermengen, so daß das Ganze einen Teig bildet, aus dem man Steine formt und diese aufgiebt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei einem solchen Verfahren die Reduction des Oxyds sehr gut erfolgt und die Zugutemachung der Frischschlacken keine bedeutenden Schwierigkeiten darbieten kann.

Auf der Hütte zu Horme bei St. Chamond in Frankreich hat man, bei einer Anwendung von Schlakken zu 20 bis 25 Procent von der ganzen Beschickung, einen sehr guten Gang des Ofens erreicht. Ein Theil von den Schlacken wird zerrieben*), mit 20 Procent Kalk vermengt und zu einem Teige reducirt, den man in gewissen Mengen, und selbst ohne ihn vorher zu trocknen, in den Ofen wirft. Das Uebrige, etwa $\frac{1}{3}$, wird roh angewendet.

Diese Schlacken enthalten keinen Kalk und auch wenig Thon; allein da die Erze, mit denen man sie anwendet, etwas manganhaltig sind und eine bedeutende Menge Thonerde enthalten, so entsteht dadurch eine sehr zweckmäßige Beschickung. Hauptsächlich rühren die guten Resultate, die dieser Hohofen giebt, von der Anwendung der erhitzten Gebläseluft her. Die hohe Temperatur im Gestelle gestattet die Anwendung vielen Zuschlages, ein für die Qualität des Roheisens sehr günstiger Umstand, während die sehr bemerkbare Abkühlung in den obern Theilen des Ofens

*) Das Zerreiben der Schlacken geschieht mit einer gußeisernen Mühle, welche 8000 Kilogr. (150 Centn.) in 24 Stunden verarbeiten kann.



das Schmelzen der Materien aufhält und auf diese Weise die vollständige Reduction der Schlacke begünstigt. Diese tiefere Führung des Schmelzpunctes ist ein sehr günstiger Umstand.

Uebrigens werden in sehr vielen Hohöfen Frischschlacken bei der Beschickung angewendet; dahin gehört z. B. der von Massevaux im Depart. des Oberrheins, der mit einem Gemenge von rohem Holze, Holzkohlen und Coaks betrieben und dessen Gebläsewind auf etwa 250° erhitzt wird. Etwa ⅔ der angewendeten Schlacken werden vorher mit der übrigen Beschickung vermengt, die übrigen aber für sich aufgegeben. Die Beschickung besteht aus Bohnerz (Brauneisenstein), aus der Juraformation, aus quarzigem Brauneisenstein und aus einem wenig eisenhaltigen Kalksteine, der theilweis als Zuschlag dient.

Vom 13. Juli 1840 bis zum 19. Mai 1841 hat der Ofen täglich 3280 Kil. (63 Centner) Roheisen producirt, und man verbrauchte zu einer Tonne desselben:

Holzkohlen	3,550	Cubikmet.	an Gew. 876	Kil.
Rohes Holz (ohngefähr)	3,990	—	— — 1140	—
Coaks . .	—	—	— — 130	—
Erz . . .	0,983	—	— — 1671	—
Frischschlacken	0,492	—	— — 984	—
Zuschlag .	0,063	—	— — 126	—

Man war genöthigt, die innern Formen des Ofens von Massevaux wiederholt zu verändern, ehe mit alle den anzuwendenden Materialien ein regelmäßiger Betrieb erfolgte. Seine jetzige Gestalt kennen wir jedoch nicht.

Mit mineralischen Brennstoffen betriebene Hohöfen.

Anwendung von Coaks und kalter Luft.

Die Grundsätze, auf denen die Construction und der Betrieb der Hohöfen beruhen, haben wir bereits weiter oben bei den Holzkohlenhohöfen dargelegt, weshalb wir uns hier damit begnügen, diese Grundsätze auf die Coakshohöfen anzuwenden, ohne sie jedoch zu wiederholen.

Windführnng.

Das für die Coakshohöfen erforderliche Windquantum steht mit dem Brennmaterialverbrauche im Verhältnisse und läßt sich auf ein Maximum von 8,82 Cubikmeter, d. h., von 11,46 Kilogr. (mit einer Pressung von 0,76 Meter Quecksilber und bei der Temperatur von 0°) auf 1 Kil. Coaks, die ohngefähr 0,15 Asche enthält, bestimmen. Die Pressung muß mit der Dichtigkeit der Coaks, der Höhe des Ofens und der Weite des Gestelles steigen. Die Gränzen, zwischen denen sie stattfindet, stehen gewöhnlich zwischen 0,08 und 0,20 Meter Quecksilbersäule.

Brennmaterialien.

Der Brennmaterialienverbrauch wechselt mit der Schmelzbarkeit der Erze, von 140 bis 300 Coaks für 100 Roheisen, und das in einer Stunde und auf das Quadratmeter Oberfläche im Kohlensacke verbrannte Quantum beträgt 50 bis 100 Kil.; es hängt von der Kraft des Gebläses ab.

Erze.

Strengflüssige und schwer reducirbare Erze erfordern hohe und in den untern Theilen etwas enge Oefen. Das Verhältniß der unhaltigen Stoffe wechselt, wie in den Holz- und Holzkohlenhohöfen; allein wegen des Schwefels, den das Brennmaterial enthalten kann, ist es vortheilhaft, die Menge des Zuschlags zu vermehren. Bei grauem Roheisen gebraucht man auf 100 Metall gewöhnlich 220 bis 300 unhaltige Zuschläge; bei weißem Roheisen etwas weniger; allein das Verhältniß wechselt weit mehr nach dem Eisengehalte und der Schmelzbarkeit der Erze, als nach der Beschaffenheit des Roheisens. In gewissen Oefen steigt er bis auf 400 Procent.

Production.

Die Production eines Ofens hängt hauptsächlich von der Menge der Coaks ab, die man in demselben in einer gegebenen Zeit verbrennen kann, d. h., von der Stärke des Gebläses und von dem Durchschnitte im Kohlensacke. So konnte z. B. ein Ofen, der Erz verschmelzt, welches 220 Coaks auf 100 Roheisen erfordert, der 4 Meter im Kohlensacke weit ist, und dem so viel Wind zugeführt wird, daß er 70 Kilogr. in der Stunde und auf das Quadratmeter verbrennt, täglich 9588 Kilogr. Roheisen produciren. Würde ihm soviel Wind zugeführt, daß er 100 Kilogr. Coaks in der Stunde verbrennen könnte, so würde er 13700 Kil. Roheisen geben.

Die Höhe hat vermöge ihrer Einwirkung auf den Gichtengang, stets einen Einfluß auf die Production.

Innere Dimensionen. — Durchmesser des Kohlensackes.

Die innern Dimensionen der Coakshohöfen sind gewöhnlich bedeutender, als die der mit Holzkohlen oder Holz betriebenen, und der Durchmesser des Kohlensackes übersteigt oft 5 Meter (16 Fuß). Man berechnet diese Dimensionen nach der zu erzielenden Production, nach dem wahrscheinlichen Coaksverbrauch auf 100 Kilogr. Roheisen und nach der Gewichtsmenge an Brennmaterial, welches man in der Stunde und auf das Quadratmeter Durchschnitt im Kohlensacke verbrennen will. Es ist stets besser, diese letztere Größe niedrig zu taxiren, z. B. auf 50 bis 55 Kilog., damit man sich für die Zukunft die Möglichkeit vorbehalte, die Production ohne Veränderung des Ofens und nur durch Vermehrung des ihm zuführenden Luftvolums zu erhöhen.

Der Kohlensack liegt gewöhnlich in $\frac{1}{3}$ der ganzen Höhe des Ofens; allein es giebt hierüber bei den Coakshohöfen ebensowenig allgemeine Regeln, wie bei den Holzkohlenhohöfen,, indem man sich stets von der Höhe, welche man für das Gestelle und die Rast für zweckmäßig hält, leiten läßt. Es ist wesentlich, daß im Kohlensacke ein cylindrischer Theil befindlich sei, dessen Höhe wenigstens $\frac{1}{10}$ von der Höhe des Ofens betrage. Jedoch übersteigt das Verhältniß selten $\frac{1}{8}$, wenigstens wenn die Gicht nicht sehr weit ist, weil alsdann die Schachtwände eine zu starke Neigung haben müssen.

Höhe.

Die Höhe eines Coakshohofens muß wenigstens dem vierfachen Durchmesser im Kohlensacke gleich sein, und wir glauben, daß es sehr unzweckmäßig sei, sich

zuweilen unter diesem Verhältnisse zu halten. In England giebt es viele Oefen, deren Höhe höchstens nur dem $3\frac{1}{2}$fachen Durchmesser im Kohlensacke gleich ist; allein man muß eine der guten Benutzung des Brennmaterials durchaus entgegenstehende Thatsache nicht zum allgemeinen Grundsatze erheben wollen.

Der Durchmesser der Gicht beträgt das $\frac{2}{5}$- und $\frac{3}{5}$fache von dem des Kohlensackes. Er muß nach der Schachthöhe so bestimmt werden, daß die Wände keine zu starke Neigung in Beziehung auf die Achse des Ofens haben, weil dies sonst einen zu nachtheiligen Einfluß auf den Gichtengang, sowie auf die Gasentwickelung, hat und die Roheisenproduction beschränkt. Hohe Schächte gestatten, ohne bedeutenden Wärmeverlust zu veranlassen, weite Gichten.

Die Gichtöffnung liegt bei den Coakshohöfen stets in der Höhe des Gichtenzugs, um das Aufgeben möglichst zu erleichtern. Selten ist sie mit einem Dache versehen.

Von der Rast und dem Gestelle.

Die Neigung der Rast ist einer von den wohl zu bestimmenden Puncten. In England beträgt sie im Durchschnitte 55—60° und ist bei Roheisen zum Gießereibetriebe etwas geringer, als bei zu verfrischendem, dessen Production mit einem schnellern Gichtengange vereinbar ist. Auch die Höhe der Rast wechselt bei einem und demselben Erze und nach der Beschaffenheit des Roheisens von 1,80 bis 2,30 Meter.

Die Dimensionen des *Gestelles* richten sich nach denselben Grundsätzen, als die der Rast. Seine Höhe beträgt etwa $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{7}$ von der des Ofens, und die Neigung seiner Wände wechselt zwischen $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{12}$ seiner eigenen Höhe, je nachdem man dichtere oder leichtere Coaks anwendet.

Von dem Heerde.

Die Länge des Heerdes wechselt von 1,80—2,30 Met.; seine Breite in der Ebene der Formen beträgt wenigstens 0,75 Meter, übersteigt aber auch oft 1 Meter; seine Höhe ist gleich 0,50 bis 0,80 Meter. Es ist zweckmäßig, vom Anfange an die Rückseite halbkreisförmig zu machen, weil es diese Form stets durch den Betrieb anzunehmen sucht.

In einigen Theilen Englands, und besonders in Wales, construirt man oft Oefen ohne Gestelle, deren innere Form nur aus zwei abgestumpften Kegeln besteht, die an ihrer Basis, dem Kohlensacke, durch einen cylindrischen Theil vereinigt sind. Der Heerd ist alsdann rund und zuweilen bis 1,50 Met. weit, während die Weite im Kohlensacke 5,50 Meter und die Höhe des ganzen Ofens 14 bis 15 Meter beträgt. Diese großen Apparate, denen eine verhältnißmäßige Windmenge zugeführt wird, produciren sehr große Roheisenquantitäten, welche lediglich zur Stabeisenfabrication bestimmt sind; denn zur Erzeugung von einem zum Gusse anzuwendenden Roheisen würden sie wenig geeignet sein, sowie sie überhaupt nur da anwendbar sind, wo man ein gutes Brennmaterial hat.

Von den Formen.

Die meisten Coakshohöfen sind mit zwei oder drei Formen versehen. Die der beiden Seiten sind so angebracht, daß sich der Wind nicht direct kreuzt, d. h. sie liegen ohngefähr 0,18 bis 0,25 Meter zu beiden Seiten der Asche auseinander. Die dritte liegt in der Mitte der Rückseite, jedoch in einer höhern Ebene, als die beiden erstern, damit der Wind nicht unter dem Tümpel hindurch entweiche.

Gewöhnlich liegen die Formen horizontal; jedoch

richtet man sie zuweilen senkrecht auf die geneigten Ebenen des Gestelles, so daß der Wind weit eher in die Höhe zu steigen, als die in dem Heerde befindlichen Materien zu erreichen sich bestrebt. Diese Einrichtung begünstigt den Eintritt des Windes in den Ofen und verhindert sein Entweichen unter dem Tümpel. Man wendet stets Wasserformen an.

Von dem Tümpel und dem Wallsteine.

Die auf die Erhaltung des Tümpels sich beziehenden Vorsichtsmaßregeln, von denen wir bei den Holzkohlenhohöfen geredet haben, sind in allen Puncten auch auf die Coakshohöfen anwendbar. Der Tümpel ist wenigstens 0,60 Met. (23 Zoll) stark und erreicht zuweilen 0,75 Met. (28 Zoll). Der zwischen dem Tümpel und dem Wallsteine befindliche Theil des Vorheerdes ist 0,60 bis 0,65 Met. (23 bis 25 Zoll breit).

Da die Coakshohöfen sehr viel und oft sehr zähe Schlacken geben, so muß der untere Theil des Tümpels etwa 0,05 bis 0,10 Met. (2 bis 4 Zoll) über der Ebene der beiden auf der Seite befindlichen Formen liegen, und es ist unerläßlich, diesen Theil durch eine massive, oder besser noch hohle Platte von Schmiede- oder Gußeisen, welche durch einen Wasserstrahl abgekühlt wird, zu schützen.

Die Einrichtung des Wallsteines bleibt die schon angegebene, nur muß man dahin sehen, daß die Tiefe des obern Ausschnittes nach der Menge und der Consistenz der Schlacken eingerichtet werde, damit deren Abfluß leicht sei. In einigen Hütten erleichtert man ihre Fortschaffung sehr dadurch, daß man sie in einen gußeisernen Kasten abfließen läßt, in welchem sie sich abkühlen und ein großes Stück bilden, welches man herausnimmt, auf einen eisernen Wa-

gen legt und denselben auf einer Eisenbahn fortschiebt.

Von der Gestalt der Oefen im Allgemeinen.

Wir haben auf eine allgemeine Weise die Einrichtung der innern Formen der Hohöfen angegeben, jedoch ohne die Absicht zu haben, allgemeine Regeln in dieser Beziehung aufzustellen, indem es nach dem jetzigen Zustande der Eisenhüttenkunde ganz unmöglich ist, sie scharf zu bestimmen.

Bei den Holzkohlenhohöfen sind die Gestalten nur nach den Localitäten verschieden, und die Verschiedenheiten, welche sie darbieten, lassen sich durch das Verschiedenartige der Schmelzmaterialien und der Producte sehr gut erklären. Bei den Coakshohöfen sind die Gestalten noch weit verschiedener; sie verändern sich nicht allein nach den Gegenden und Orten, sondern man findet auch oft in einer und derselben Hütte sehr verschiedenartige Einrichtungen. So wendet man in Wales, wo die Oefen im Allgemeinen sehr hoch (14 bis 15 Met.) sind und besonders sehr weite Kohlensäcke und Gestelle (wenn letztere überhaupt vorhanden sind) haben, zuweilen auch die weit engern an, welche die Hohöfen in Staffordshire charakterisiren, ohne daß der Betrieb der einen vor dem der andern besondere Schwierigkeiten zeigte, und nur mit dem einzigen Unterschiede, daß die zweiten eine geringere Production haben, und daß ihr Roheisen weit mehr zum Gusse, als zum Stabeisen geeignet ist.

Man kann aus dieser Beobachtung folgern, daß die Gestalt der Holzkohlenhohöfen weit mehr von der Beschaffenheit der Schmelzmaterialien, als von der der Producte abhängt, während bei den Coakshohöfen das Gegentheil stattfindet.

Alle diese Thatsachen unterstützen eine bereits

ausgesprochene Thatsache, die, wenn sie auch nicht sehr verbreitet ist, uns dennoch sehr begründet scheint: daß man nämlich eine zu große Wichtigkeit mit der Form der untern Theile der Hohöfen verbindet. In Frankreich richtet man die Weite der Gestelle genau nach den Regeln ein; allein nachdem der Ofen drei oder vier Monate im Betriebe gewesen ist, nimmt seine Weite um $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ zu, ohne daß man die geringste Veränderung in dem Gange wahrnimmt. Die Kosten einer übertriebenen Sorgfalt sind daher stets verloren.

Es ist bis auf einen gewissen Punct zu entschuldigen, daß man sich an diese Regeln bindet, besonders wenn das Gebläse nur sehr beschränkte Gränzen gestattet; allein wenn man in dieser Beziehung nicht gehindert ist, so kann man sich ohne Nachtheil weniger streng an jene nur durch die Gewohnheit entstandenen Vorschriften halten. Die Luft ist das Lebenselement der Oefen, und wir glauben, daß bei dessen zweckmäßiger Benutzung Apparate von sehr verschiedener Form gleich gut angewendet werden können. Man scheint diesen Grundsatz in einigen Hütten Englands zu befolgen, und seine allgemeine Anwendung, ohne ihn zu weit zu treiben, scheint sehr zweckmäßig zu sein. Viele Hohöfen in Wales geben uns das Beispiel, daß, wenn man die Production eines Ofens erhöhen will, man nicht fürchten darf, auch seine Dimensionen zu vermehren, vorausgesetzt, daß man auch die Windführung verhältnißmäßig einrichtet.

Kurz wir dürfen mit ausgezeichneten Hüttenmännern folgern, daß die zwischen den meisten Coaks und Erzen existirenden Verschiedenheiten keinen großen Einfluß auf die Bestimmung der Gestalt und der Dimensionen der Oefen haben; daß aber eine bedeutende Höhe, eine geringe Neigung der Rast, ein etwas enger Kohlensack und ein etwas enges Gestelle die Beschaffenheit des Roheisens verbessern,

während steile Rasten, weites Gestelle und weite Gicht hauptsächlich einer starken Production günstig sind.

Obgleich man daher ohne Nachtheile und innerhalb sehr ausgedehnter Grenzen die Gestalt der Hohöfen verändern kann, so ist es doch sehr wesentlich, auf ihre Construction die größte Sorgfalt zu verwenden. Die Uebereinstimmung aller Theile unter einander muß nach gewissen Principien bewirkt werden, und bei den Coakshohöfen ist es noch von größerer Wichtigkeit, als bei den Holzkohlenhohöfen, alle Winkel zu vermeiden und statt dessen Kreissegmente anzuwenden, deren Enden mit geraden Linien verbunden sind. Das Material, aus denen Gestelle und Heerd bestehen, muß von bester Beschaffenheit und so feuerbeständig, als möglich sein; es müssen die Steine mit der größten Sorgfalt zugerichtet und gesetzt werden, kurz, sie müssen allen Bedingungen entsprechen, damit sie die von den Coaks erzeugte hohe Temperatur und die hohe Pressung, unter welcher der Gebläsewind eingeführt wird, auszuhalten vermögen.

Betrieb der Coakshohöfen.

Vom Anblasen.

Das **Anblasen** der Coakshohöfen muß mit aller angeführten Sorgfalt geschehen, nnd neue müssen, ehe das Anblasen erfolgt, ganz vollkommen **abgewärmt** sein. Man befolgt bei dieser letzten Operation die bereits von uns auseinandergesetzte Methode, indem man sich stets an den Grundsatz hält, daß das Trocknen des Mauerwerks der Construction der innern Theile vorhergehen muß, deren Abwärmen dem Anblasen unmittelbar vorangeht.

Die zu diesen Vorbereitungen erforderliche Zeit ist um so länger, je stärker das Gemäuer ist und je feuerbeständiger die Gestellsteine oder die dazu angewendeten künstlichen Massen sind; denn im Allgemeinen reißen jene um so mehr, in einem je höhern Grade sie diese Eigenschaft besitzen. Bestehen Heerd und Gestelle aus guten, feuerbeständigen Ziegelsteinen, so kann man weit rascher und sicherer verfahren, weil sie weit besser, als jeder Sandstein, dem Einflusse eines plötzlichen und starken Feuers widerstehen. Ziegelsteine sind daher, wo man sie recht feuerbeständig erlangen kann, stets den behauenen Steinen vorzuziehen.

Von dem Aufgeben.

Größe der Gichten.

In den Coaks-, sowie in den Holzkohlenhohöfen ist die Brennmaterialgicht constant, wogegen man den Erzsatz und die Menge des Zuschlages nach dem Eisengehalte und der Schmelzbarkeit der Erze, sowie nach der Beschaffenheit des zu producirenden Roheisens u. s. w. verändert. In Beziehung auf den räumlichen Inhalt der Oefen, sind die Coaksgichten viel kleiner, als die Holzkohlengichten, weil erstere langsamer verbrennen und ohne wesentliche Veränderungen zum Kohlensacke gelangen.

Man läßt die Gichten nie tief einsinken, und Oefen mit großer Production und daher großem Materialverbrauche hält man fast stets voll, ein unter allen Umständen für die Regelmäßigkeit des Ganges und die Production günstiges Verfahren.

Das Volum einer Brennmaterialgicht wechselt zwischen 7 und 12 Hektoliter, d. h. zwischen 280 und 480 Kilogr.; allein man hält sich gewöhnlich bei

Oefen, deren Weite im Kohlensacke etwa 4 Meter (12¾ Fuß) beträgt, zwischen 8 und 10 Hektolitern (25 bis 32 Cubikf.), so daß die Coaksschicht an diesem Punct etwa 6 bis 8 Centimet. (2¾ bis 3 Zoll) stark ist. Es erscheint diese Stärke hinreichend, wenn man feste und derbe Erze verschmilzt; allein bei leicht durchlaufenden Bohn- und mulmigen Erzen ist sie zu gering.

Art des Aufgebens.

Die Coaks werden dem Volum nach aufgegeben und nicht dem Gewichte nach; man bringt sie mittelst eisenblecherner Karren oder Wagen zur Gichtöffnung. Der räumliche Inhalt derselben beträgt bei kleinen Gichten eine derselben, bei großen aber die Hälfte oder ein Viertel. Da in dem letztern Falle natürlich auch die Gichten weit sind, so ist es wesentlich, die Gicht möglichst gleichförmig zu vertheilen, und das Aufgeben geschieht alsdann an zwei oder an vier Puncten und es ist dies Verfahren unerläßlich, sobald der Gichtdurchmesser 1,5 bis 1,6 Met. (4¾ bis 5 Fuß) erreicht.

Man gelangt fast zu demselben Resultate, wenn man die Einrichtung trifft, daß die ganze Gicht in die Mitte der Oeffnung gestürzt wird, sei nun deren Durchmesser, welcher er wolle. Allein es muß bei diesem Verfahren die Gichtöffnung gänzlich frei sein, während es weit zweckmäßiger ist, sie mit einer runden Esse zu umgeben, in der vier Oeffnungen mit blechernen Thüren angebracht sind, welche während der zwischen dem Aufgeben liegenden Zeit verschlossen bleiben. Die Arbeiter sind auf diese Weise gegen die Flamme geschützt, welche sonst den Wind bald auf diese, bald auf die andere Seite führt.

Zuschlag und Erze müssen gewogen werden,

und beim Aufgeben verfährt man auf dieselbe Weise, wie bei den Coaks.

Die Reihefolge und Ordnung des Aufgebens ist sehr gleichgültig; man kann die Coaks nach der Beschickung aufgeben, weil man im Allgemeinen nicht zu fürchten braucht, daß sie sich an der Oberfläche entzünden, und da es oft nothwendig sein kann, den Zuschlag und die Erze unmittelbar zu bedecken, wenn sie leicht im Feuer zerspringen und wenn sie staubartig vorkommen, daß sie durch den Luftstrom herausgeworfen werden.

Einzelne Fälle ausgenommen, ist es stets am Zweckmäßigsten, das am Meisten Feuchtigkeit enthaltende Material zuletzt aufzugeben.

Niedergang der Gichten.

Sucht man das zwischen dem räumlichen Inhalte der Hohöfen und ihrer täglichen Production stattfindende Verhältnisse, so findet man eine sehr große Verschiedenheit zwischen den Coaks- und Holzkohlenhohöfen, und es entstehen daraus Differenzen in der Zeit des Aufenthaltes der Gichten in den Oefen, die fast diesen Verhältnissen proportional sind.

Im Toscanischen beträgt der mittlere räumliche Inhalt der Oefen 11 Cubikmeter und ihre mittlere tägliche Production 10 bis 11 Tonnen. Das Sinken der Gichten bis zu den Formen dauert fünf Stunden und das Verhältniß des räumlichen Inhalts zur Production 1,10 oder 1,00. Jedoch steht dies Beispiel so ausnahmsweise da, daß man es im Allgemeinen gar nicht berücksichtigen darf, und wir reden nur zur Feststellung der niedrigsten Grenze des Verhältnisses davon. In Frankreich produciren die kleinen, 8 Meter hohen und 15 Cubikmeter fassenden Oefen täglich 2,5 bis 3 Tonnen Roheisen; das

Verhältniß des Volums zur Production ist wie 6 oder 5 zu 1, und der Niedergang der Gichten erfolgt in 14 bis 16 Stunden. Die größere, etwa 10 Meter hohen und 30 Cubikmeter an Volum enthaltenden, Oefen produciren 5 bis 6 Tonnen, und es ist demnach das Verhältniß dasselbe, als in dem vorhergehenden Falle.

In England haben die kleinen Oefen in Staffordshire, welche auf Roheisen zur Gießerei betrieben werden, etwa 75 Cubikmeter räumlichen Inhalt und produciren täglich 7,5 Tonnen; das Verhältniß des Volums zur Production ist wie 10 zu 1 und der Niedergang der Gichten erfolgt in etwa 36 Stunden. In den großen Oefen, welche zu verfrischendes Roheisen produciren, erfolgt das Niedergehen der Gichten in 40 oder 45 Stunden. Die großen Oefen in Wales haben einen räumlichen Inhalt von 250 Cubikfuß und produciren 20 Tonnen täglich, welches ein Verhältniß von 12,5 zu 1 giebt. Jedoch muß dies als eine obere Grenze angesehen werden, da es Oefen von nur 200 Cubikmeter Inhalt giebt und deren Production oft dieselbe Höhe erreicht. Der Niedergang der Gichten erfolgt in den letztern in 30 bis 36 Stunden, in den erstern dagegen in 40 bis 45 Stunden. Diese Verschiedenheiten müssen hauptsächlich der Windführung zugeschrieben werden.

Da das Verhältniß von 9 zu 1 als eine untere Grenze bei den Coakshohöfen angesehen werden muß, so beträgt das mittlere Verhältniß 10,75 bis 11. Wir haben demnach:

	bei Holzkohlen=,	bei Coakshohöfen
Verhältniß des Volums der Oefen zur Production	5.	10.
Aufenthaltszeit der Gichten	16.	40.

Die in Frankreich erbauten Hohöfen haben eine

sehr große Capacität im Verhältnisse zu der Production, welche sie geben, und das Verhältniß überschreitet oft die Grenze von 12,50. Es scheint dies in vielen Fällen daher zu rühren, daß ihnen nicht die im Verhältnisse zu ihrem Querschnitte erforderliche Luftmenge zugeführt wird. In Beziehung auf die Gestalt nähern sie sich mehr denen in Staffordshire als denen in Wales.

Die Verschiedenheit der mittlern Verhältnisse, 5 und 11, welche für die Holzkohlen- und die Coakshohöfen gefunden worden sind, hängt nicht, wie man glauben könnte, von der Verschiedenheit der Volumina der in die einen und die andern zur Darstellung einer gleichen Roheisenmenge eingeführten Schmelzmaterialien ab. Denn nehmen wir an, daß man in dem einen und in dem andern Falle dieselben Erze und denselben Zuschlag anwendet, so werden die einer Production von 1000 Kilogrammen oder einer Tonne Roheisen correspondirenden Volumina fast in dem folgenden Verhältnisse stehen:

	Holzkohlenhohöfen		Coakshohöfen.	
	Gewicht.	Volum.	Gewicht.	Volum.
	Kilogr.	C.-M.	Kilogr.	C.-M.
Erze, von denen das Cubikmeter 1800 Kilogr. wiegt und 40 Proc. giebt	2500	1,38	2500	1,38
Holzkohlen, von denen das Hektoliter 24 Kilogr. wiegt	1500	7,14	—	—
Coaks (40 Kilogramm das Hektoliter)	—	—	2000	5,00
Zuschlag (1350 Kilogr. das Cubikmeter)	375	0,29	800	0,62
Summa	4375	8,81	5300	7,00

Diese Resultate zeigen, daß, selbst bei der Hypothese eines starken Coaksverbrauchs und einer sehr großen Menge von Zuschlag, das Verhältniß des Volums der Materialien zur Production in den Coakshohöfen geringer als in den Holzkohlenhohöfen ist, und daß das, was man daraus in Beziehung auf das verhältnißmäßige Volum der Hohöfen folgern könnte, dem, was gewöhnlich der Fall, geradezu entgegen ist.

Es scheint rationell zu sein, die fast einzige Ursache der gefundenen Verhältnisse (5 und 11) in der großen Differenz zu suchen, die zwischen der Dichtigkeit und Brennbarkeit der Coaks und der Holzkohle vorhanden ist. Letztere ist halb so schwer, als Erstere und wird rasch verzehrt, während sich die Coaks nur schwierig entzünden und langsam verbrennen. Sie bedürfen daher einer längern Zeit, um ihre Wirkung zu thun, und dieser Zweck kann nur, ohne Nachtheil der täglichen Production, dann erreicht werden, wenn man Oefen von einem großen Volume gebraucht, in denen sich die Materialien die ganze zu ihrer Vorbereitung erforderliche Zeit aufhalten können.

Die meisten in England angewendeten Erze bestehen in Sphärosiderit (thonigem kohlensauren Eisen), der in ziemlich großen Stücken aufgegeben wird; und obgleich er durch die Röstung sehr aufgelockert worden ist, so erfordert seine Umwandlung in Roheisen doch weit längere Zeit, als die meisten der in Frankreich und in einigen Gegenden Deutschlands benutzten Bohnerze, die sich so bequem mit Holzkohle zugutemachen lassen. Man könnte daher glauben, daß bei der Behandlung derselben mit Coaks, das Verhältniß des Volums der Oefen zu ihrer Production sich dem für Holzkohlenhohöfen existirenden nähern würde. Wir glauben aber, daß man sich täuschen würde, wollte man diese Nährung als sehr merklich

annehmen, denn die Zugutmachung der Erze in der Franche-Comté, die weniger leichtflüssig, als viele andere, sind, hat die Hohöfen, welche sie benutzen, in eine ausnahmsweise Stellung in Beziehung auf die von uns erwähnten allgemeinen Thatsachen gesetzt.

Kurz, das langsame Sinken der Gichten bei den Coakshohöfen scheint größtentheils dem von dem Brennmateriale ausgeübten Einflusse zugeschrieben werden zu müssen. Der von der Beschaffenheit der Erze herrührende kann als wenig wichtig angesehen werden, sobald ihr Eisengehalt und ihre Schmelzbarkeit in den mittlern Grenzen begriffen sind.

Umwandlung der Materialien.

Von den Erzen.

Wir kennen keine directen Versuche, die bei den Coakshohöfen in der Absicht angestellt worden sind, um die Veränderungen zu zeigen, welche die Schmelzmaterialien in dem Maße, als sie sich von der Gicht entfernen, erleiden. Jedoch wird man sich nicht von der Wahrheit entfernen, wenn man annimmt, daß bei Beachtung der Verhältnisse, die sich auf die Dauer der Operation beziehen, die Umwandlung der Erze in derselben Ordnung erfolgt, als bei den Holzkohlenhohöfen. Die Entwickelung von Wasser ist die erste hervorgebrachte Erscheinung, das Oxyd verwandelt sich in Oxyduloxyd, oder magnetisches Oxyd, dann in die Oxydationsstufe des Glühspans und dann in die des Oxyduls. Das daraus erfolgende metallische Eisen verbindet sich mit der Kohle, um zu schmelzen und um sich von den Schlacken zu trennen.

Nach dem, was wir weiter oben von dem Gich-

tenwechsel bemerkt haben, erfordern diese verschiedenen Reactionen einen im Allgemeinen weit längern Zeitraum, als wenn man die Oefen mit Holzkohlen betreibt, und weil dies von dem Brennmateriale herrührt, so kann man daraus folgern, daß die Coakshohöfen zur Verwandlung schwer reducirbarer und strengflüssiger Erze weit geeigneter als Holzkohlenhohöfen sind.

Die schwer reducirbaren und sehr leichtflüssigen Erze, wie die Frischschlacken, sind stets sehr schwer zugutezumachen, weil, wenn sie in der Langsamkeit des Gichtenwechsels ein Hülfsmittel finden, dieser Vortheil durch die Nachtheile ausgeglichen wird, der für sie aus der hohen Temperatur, welche die Coaks erzeugen, hervorgeht. Dieser Fall ist einer von denen, bei welchen eine enge Gicht einen nachtheiligen Einfluß auf das Ausbringen der Erze ausübt, denn eine solche Einrichtung scheint die Temperatur der obern Theile in einem sehr hohen Grade zu erhalten.

Nach Mushet hat man die daraus entstehenden Nachtheile oft dadurch verbessert, daß man nur durch ein langes Liegen an der Luft oder durch Benetzen mit Wasser feuchte Coaks aufgab. Allein das Mittel war schlimmer, als das Uebel, und früh oder spät wurde man doch genöthigt, das einzige wirksame und zweckmäßige Mittel, d. h. Erweiterung der Gicht, anzuwenden, wodurch dann endlich eine so bedeutende Abkühlung herbeigeführt wurde, daß sich die Erze ohne Hinderniß bis zu einer Tiefe von 8 bis 9 Metern reducirten. Stets ist dadurch eine Verbesserung in der Beschaffenheit des Roheisens und eine Vermehrung der täglichen Production erfolgt.

Es folgt daraus, daß die Gichten um so weiter sein müssen, je trockener und je entzündbarer die angewendeten Coaks sind. Jedoch zieht diese Art der Temperaturregulirung in den obern Regionen des

Schachtes einen bedeutenden Brennmaterialienverlust nach sich, so daß man denselben Zweck ohne diesen Nachtheil dadurch erreichen kann, daß man den Schacht um soviel erhöhet, daß die ausströmenden Gase eine geringe Temperatur haben, und daß man dann die Gichtöffnung so einrichtet, daß das Ausströmen leicht und ohne große Abkühlung bewirkt werden kann.

Von dem Brennmateriale.

Da die regelmäßige Umwandlung der Schmelzmaterialien eines Hohofens einen unmittelbaren Einfluß auf die Regelmäßigkeit seines Betriebes hat, so ist es wesentlich, daß sie so gleichartig, als möglich seien. Man muß daher die Anwendung feuchter oder schlecht präparirter Coaks mit aller Sorgfalt vermeiden. Da gut bereitete Coaks leicht 10 Procent Wasser absorbiren können, so führen 20000 Kilogr. Coaks, die täglich in einen Ofen aufgegeben werden, der etwa 10 Tonnen Eisen producirt, 2000 Kilogr. Wasser mit sich, dessen Verdampfung wenigstens $\frac{2000 \times 650}{6500} = 200$ Kil. Coaks erfordert. Dieser Mehrverbrauch an Brennmaterial verdient keine große Aufmerksamkeit, wenn nicht weit bedeutendere Nachtheile daraus hervorgingen. Dahin gehört die Geneigtheit des Coaks, in kleine Stücke und selbst in Staub zu zerfallen, wenn das Wasser, welches sie enthalten, verdampft, besonders aber die Veränderung des Roheisens, welches eine unvermeidliche Folge jeder Abkühlung ist.

Schlecht bereitete Coaks, die in der Mitte noch bituminöse, nicht verkohlte Stellen enthalten, absorbiren weniger Wasser; allein sie sind weniger fest und zerreiblicher, als die aus einer vollständigen Verkohlung erfolgenden. Die Entwicklung der flüch-

tigen Stoffe veranlaßt ihr Zerspringen mit einer um so größern Leichtigkeit, da das oft ungeheure Gewicht der darauf liegenden Beschickung diese Wirkung noch begünstigt. Der auf diese Weise entstehende Staub wird von dem Windstrome mit fortgerissen und ist daher für die Reduction und Schmelzung der Erze verloren, oder, was noch schlimmer ist, er bleibt in dem Ofen, verhindert die Circulation des Windes und fällt in den Heerd zurück, den er verunreinigt und das Roheisen verschlechtert.

Wenn die Erfahrung nicht die nachtheiligen Einwirkungen schlecht bereiteter Coaks bestätigte, so würde es schwer halten, sie vorherzusehen, da man weiß, daß sich die rohe Steinkohle in den Hohöfen sehr gut verhält. Jedoch hängt dies, wie wir gesagt haben, genau von der geringen Gleichartigkeit und Festigkeit der schlecht bereiteten Coaks ab, welcher sehr bedeutende Fehler sich bei der Anwendung der rohen Steinkohlen nicht zeigt, indem dieselben in den Hohöfen nach und nach und auf eine ihrem Betriebe günstige Weise verkohlt werden.

Zerreibliche Coaks, selbst dann, wenn sie gut vercoakt, sind zum Hohofenbetriebe durchaus nicht zweckmäßig. Die große Menge von Staub, der aus ihnen entsteht, wirkt auf den Betrieb immer auf eine nachtheilige Weise ein, auf dieselbe Weise wie die sehr viel Asche enthaltenden Coaks, welche eine zähe Schlacke bilden und Versetzungen veranlassen.

Von den Zuschlägen.

Die obigen Bemerkungen haben den Zweck, den Einfluß zu zeigen, welchen der physicalische Zustand des Brennmaterials auf den Gang der Hohöfen haben kann. Auch dessen chemische Zusammensetzung muß sehr ernstlich in Betracht gezogen werden, indem die

schädlichen Beimengungen der Steinkohlen wohl zu berücksichtigen sind. Wenig Coaks sind gänzlich frei von Schwefel, und wie gering auch dessen Menge sein mag, so ist es doch unerläßlich, seine Einwirkung zu neutralisiren, indem man eine solche Schlakkenbildung veranlaßt, vermöge welcher diese ihn wegnehmen.

In England, sowie überall, wo man kieselige und thonige Erze verschmelzt, ist man ganz natürlich darauf gekommen, den kohlensauren Kalk als Zuschlag anzuwenden. Der Beweggrund aber, der alle Hüttenmänner veranlaßt, die Schlacken möglichst kalkreich zu machen, hängt offenbar mit der Nothwendigkeit zusammen, die Verbindung des in den Coaks und den Erzen vorhandenen Schwefels mit dem Metalle zu bewirken. Jedoch kann dies nur durch einen Ueberschuß von Zuschlag erreicht werden, weil das Kalksilicat, selbst in sehr hoher Temperatur, nur sehr schwach auf das Schwefeleisen einwirkt, während bei überflüssigem Vorhandensein der Base, ein Theil derselben mit der Kieselerde sich verbindet und ein anderer, der mit Hülfe der Kohle zersetzt worden ist, eine gewisse Menge von dem Schwefeleisen zersetzt.

Man wendet gewöhnlich 30 bis 55 Proc. von dem Erzquantum an Zuschlag an. Das zwischen diesen Grenzen genommene Verhältniß hängt von der Beschaffenheit des Erzes, von der Zusammensetzung der kohlensauren Verbindung, die man benutzen kann und von der Beschaffenheit des zu producirenden Roheisens ab.

Die Wirkungen des als Zuschlag angewendeten Kalksteins sind sehr verschieden, und Mushet führt in dieser Beziehung ein so bemerkenswerthes Beispiel an, daß wir es mittheilen müssen. Es wurde nämlich in einem Hohofen der Nutzeffect der Coaks und die tägliche Production durch die Anwendung einer

andern Kalksteinsorte, als die gewöhnliche, in dem Verhältnisse von 11 zu 6,5 vermindert! Dieser ungeheure Unterschied läßt sich nur durch die Annahme erklären, daß die Zusammensetzung beider Zuschlagsorten gänzlich verschieden war, daß dadurch eine sehr strengflüssige und der Beschaffenheit der Erze gänzlich entgegengesetzte Beschickung veranlaßt wurde. Wahrscheinlich sind aber solche Fälle sehr selten. Urtheilt man über die Beschaffenheit des Zuschlags nach dem bloßen Ansehen, so ist eine Täuschung innerhalb gewisser Grenzen möglich, weil der gemeine kohlensaure Kalk durchaus keine gleichartige Zusammensetzung hat. Reine Abänderungen enthalten bis 56 Kalkerde, während in gewissen andern nur 35 bis 40 Kalkerde, dagegen aber 23 bis 18 Thon- und Kieselerde enthalten sind. Es ist daher sehr natürlich, daß die angewendeten Mengen sehr verschieden sind, und daß die hervorgebrachten Wirkungen nicht geringere Verschiedenheiten darbieten müssen.

Von den Schlacken.

Mangel an Kalkerde erzeugt feste Schlacken, die sich leicht abkühlen, die eine braune oder blaßgrüne Farbe und einen starken Eisengehalt haben. Die von einer zweckmäßigen Beschickung herrührenden lassen sich an ihrer weißen Farbe mit blauen Adern erkennen. Ein Ueberfluß von Kalkerde macht die Schlacken strengflüssig und zäh und vermindert die Production, ohne die Qualität zu verbessern, wenn man eine gewisse Grenze überschreitet.

Kalkartige Erze, die durch die Kieselerde mit weniger Thonerde geschmolzen werden, geben ein zum Umschmelzen sehr geeignetes Roheisen. Zur Erzeugung des zu verfrischenden Roheisens zieht man in England etwas thonige Erde vor; die reinsten und

haltbarsten Producte kommen aber stets von der Beschickung dieser letztern mit einem guten Verhältnisse an Zuschlag.

Die Ursachen, welche die Anwendung einer großen Menge von Kalkstein bei Coaks nothwendig machen, sind, in Beziehung auf das Brennmaterial, bei den Holzkohlenhohöfen nicht vorhanden. Dagegen finden in Beziehung auf die Erze ganz gleiche Verhältnisse statt, denn wenn dieselben schwefelhaltig sind, so kann das Roheisen nur dann gut werden, wenn die Schlacken sehr kalkhaltig sind; die hohe Temperatur, welche die Coaks erzeugen, gestattet vollkommene Freiheit in dieser Beziehung, wogegen bei Holzkohlen die Grenzen sehr beschränkt sind, weil man mit einer ziemlich niedrigen Temperatur arbeitet, welche nur mit einer geringen Menge leichtflüssiger Schlacken vereinbar ist. Man kann daraus folgern, daß sehr schwefelhaltige Erze weit eher mit Coaks, als mit Holzkohlen verschmolzen werden können, während die Reinheit und der hohe Preis der letztern sie nur zu den reinsten Erzen und zur Erzeugung des besten Roheisens zur Stabeisenfabrication anzuwenden gestattet.

Kennzeichen der Schlacken.

Die Schlacken von grauem Roheisen sind gewöhnlich sehr kalkig; sie sind dicht, fließen langsam und von Farbe weiß mit bläulicher Einmischung. Diese Nüancen verschwinden und werden durch eine fast gleichartige gelbe Farbe ersetzt, wenn die Schlacken langsam und in großen Massen erkalten.

Eine weiße, sehr flüssige Schlacke, die beim Flusse sehr lebhafte Funken ausstößt, charakterisirt die Production von schwefelhaltigem Roheisen.

Das weiße Roheisen ist von einer glasigen, sehr blasigen, blaßgelben und mit Grün melirten Schlacke begleitet. In dem Maße, daß es, z. B. durch einen erhöheten Erzsatz schlechter wird, geht die Masse aus dem Grünen in das Dunkelbraune über; der Schlackenstrom fällt schwer von dem Wallsteine und wirft dunkelrothe Funken. Eine schwarze Schlacke endlich, von sehr blasiger Textur, charakterisirt sehr eisenhaltige Schlacken und die Entstehung des schlechtesten Roheisens.

Die mittlere Dichtigkeit der Schlacken beträgt nach ihrer Reinheit 2,5 bis 2,9.

Verhältniß zwischen dem Gewichte der Schlacken und dem der Schmelzmaterialien.

Das Verhältniß, welches zwischen dem ganzen Gewichte der Schlacken und dem der aufgegebenen Materialien stattfindet, ist bei gleichen Erzen, bei gleichen Zuschlägen und bei gleichen Brennmaterialien nur in beschränkten Grenzen verschieden. Mushet führt neun Versuche an, die er in einem und demselben Hohofen vorgenommen hat, und deren außerordentliche Resultate, wiewohl sie nur mit Behutsamkeit aufgenommen werden müssen, erwähnt zu werden verdienen

Die festen Producte eines Hohofens bestehen aus Roheisen und Schlacken, letztere sind das Resultat der Verbindung der in den Coaks befindlichen Asche, der Gangarten der Erze und des festen und nicht zu verflüchtigenden Theils des Zuschlags, mit einem gewissen Theile Sauerstoff oder andern Gasen, die in dem Ofen erzeugt worden sind. Sucht man nun die Zusammensetzung des Erzes, der Coaks und des Zuschlags, so kann man, wenn man alle diese Materialien vorher wägt, sehr annähernd das Gewicht

des festen Theils bestimmen, der nothwendig in die Zusammensetzung der Schlacken eingehen muß. Wägt man nun andern Theils die erhaltenen Schlacken, so findet man das gesuchte Verhältniß.

Von den neun Versuchen Mushet's zeigen zwei sehr große Abweichungen, wogegen die sieben andern vollkommen mit einander übereinstimmen, so daß die daraus abgeleiteten und mitgetheilten Mittelzahlen als der genaue Ausdruck des Gewichtes der in 24 Stunden von dem Ofen aufgenommenen und ausgegebenen Materialien angesehen werden können. Erze, die in 24 Stunden aufgegeben sind

	30703	engl. Pfd.
Coaks	28003	" "
Zuschlag . . .	10234	" "
Summa	68940	engl. Pfd.

Roheisenproduction = 11743 Pfd.
Schlackenerfolg . = 27066 "
Berechnete Schlacken = 19561 "
} = 38809 " "

Nach Hrn. Mushet's Annahme läßt sich dieser bedeutende Unterschied nur durch die Gase erklären, welche die festen Stoffe nach sich ziehen, allein es ist weit eher zu fürchten, daß er einem Irrthum in dem Gewichte der berechneten Schlacken zuzuschreiben sei. Wir lassen uns hier übrigens keineswegs in Discussionen über diesen Gegenstand ein, weil diese Thatsachen erst von andern Beobachtern bestätigt werden müssen, ehe sie irgend einer Auslegung unterworfen werden können.

Qualität des Coaksroheisens.

Das Coaksroheisen ist gewöhnlich etwas dunkler, als das Holzkohlenroheisen; es ist viel weicher und im Allgemeinen mehr zum Gießereibetriebe ge-

eignet. Dagegen ist es weit unreiner und weit schwieriger zu verfrischen. Diese Schwierigkeiten hängen von der schwefeligen Beschaffenheit der Coaks, von der Zusammensetzung seiner kiesel- und thonerdehaltigen Asche und von der hohen Temperatur der Hohöfen her, welche die Verbindung des Eisens mit der Kohle weit fester macht und endlich mit dem Brennmateriale dahin strebt, die Vorzüge oder Mängel des Roheisens zu steigern; denn das graue Coaksroheisen ist beim Gießereibetriebe dem grauen Holzkohlenroheisen vorzuziehen, wogegen weißes Coaksroheisen weit unter dem weißen Holzkohlenroheisen steht. Es folgt hieraus als allgemeine Annahme, daß man bei dem Coaksbetriebe die Bildung des weißen Roheisens sorgfältig vermeiden und nur solche Abänderungen des grauen erzeugen muß, welche zur Gießerei und zur Stabeisenfabrication am Geeignetsten sind.

Die Grundsätze, von denen man zur Erlangung dieser Resultate geleitet wird, sind verhältnißmäßig dieselben, wie bei dem Holzkohlenbetriebe. Die der Beschaffenheit der Erze, der Dichtigkeit des Brennmaterials, der Pressung und dem Volum des Windes, den Verhältnissen der Oefen und der in denselben herrschenden Temperatur zugeschriebenen Einflüsse bleiben sich in beiden Fällen Punct für Punct ähnlich.

Von dem grauen Roheisen.

Die Erzeugung von grauem oder garem Roheisen erfordert im Allgemeinen einen niedrigern Erzsatz, als der wirklich von den Coaks zu tragende. Er muß um so geringer sein, je dunkler das Roheisen werden soll, wie z. B. das zum Umschmelzen bestimmte.

Diese Abänderung erfordert die höchste Temperatur und gestattet den stärksten Zuschlag. Man nimmt die strengflüssigste Beschickung dazu, um dadurch seine eigene Schmelzbarkeit und die Bestimmtheit der Verbindung zu sichern, eine sehr wesentliche Bedingung bei seiner Anwendung, die es aber zum Frischprocesse sehr ungeeignet macht, indem daza seine Haupteigenschaften bedeutende Fehler sind. Eine bedeutende Graphit- und Siliciummenge, die es enthalten kann, vermindert im Allgemeinen seine Festigkeit und macht es dickflüssig, welche Fehler es jedoch beim ersten oder zweiten Umschmelzen verliert, und sein Gemenge mit den lichtern Arten giebt sehr gute Resultate. Jedoch ist es gewöhnlich weit zweckmäßiger, den Betrieb des Ofens so einzurichten, daß etwas hellere Roheisensorten producirt werden; es sind dieselben fester, füllen die Formen besser aus und sind wohlfeiler herzustellen.

Von dem zu verfrischenden Roheisen.

Gutes Roheisen zur Stabeisenfabrication muß eine hellgraue, aber niemals weiße Farbe haben. Am zweckmäßigsten wird es aus leichtflüssigen Erzen und Beschickungen und unter dem Einflusse einer hinlänglich hohen Temperatur, so daß möglichst viel Schwefel entfernt werden kann, dargestellt. Die Temperatur muß jedoch so sein, daß das Roheisen nur wenig Kiesel aufnehmen, und daß es durch ein schnelles Abkühlen weiß gemacht werden kann. Das Roheisen, welches zum Frischprocesse verwendet werden soll, hat eben soviel Abänderungen, als das zu vergießende, und einige derselben können zu dem Einen und dem Andern verwendet werden, wiewohl ihre charakteristischen Arten vollkommen von einander verschieden sind.

In vielen Hütten erzeugt man zum Verfrischen nur halbirtes Roheisen, und es kann gut sein, wenn die Erze eine mittlere Schmelzbarkeit zeigen, und wenn sie nicht sehr schwefelhaltig sind. Kurz, es ist stets die Beschaffenheit der Erze, die als Regel dienen muß; sind sie unrein, so ist es in Beziehung auf die Güte des Eisens vortheilhaft, mehr graues Roheisen zu produciren. Mehr weißes Roheisen läßt sich nur mit sehr reinen und zu gleicher Zeit sehr leichtflüssigen Erzen erzeugen, denn das Gegentheil könnte die Abkühlung des Hohofens in einen sehr nachtheiligen Zustand herbeiführen. Aus demselben Grunde betreibt man Coakshohöfen nie mit einem zu hohen Erzsatze, und es darf silberweißes oder Spiegelroheisen, welches nur in sehr niedrigen Temperaturen entsteht, die gefahrvoll und selbst bei Holzkohlenhohöfen nur schwierig zu erhalten sind, sich nur zufällig zeigen.

Es giebt eine Art von weißem Roheisen, welches in Holzkohlenhohöfen nur selten erscheint, das aber bei Coakshohöfen oft das Resultat eines schlechten Betriebes ist. Es ist dies das körnige weiße Roheisen, von welchem wir schon weiter oben geredet haben. Es zeichnet sich durch seine Unreinheit und durch die Möglichkeit seiner Bildung bei vollständiger Reduction eines etwas leichtflüssigen Erzes und bei einem garen Gange aus. Man gewinnt es in allen Fällen, wenn das weiße in dem Heerde befindliche Roheisen einen Theil seines Kohlengehaltes an die Schlacken abtritt und sich mit den in ihm enthaltenen Erdbasen oder Manganoxyd verbindet. Es zeigt sich diese Thatsache dann, wenn der Schmelzpunct, in Folge einer Erweiterung des Gestelles, oder einer zu niedrigen Temperatur in dessen unterm Theile, zu niedrig geführt ist, oder selbst dann, wenn bei hochliegendem Schmelzpuncte das Gestelle durch

einen zu starken Wind abgekühlt worden ist. Ein weiter Heerd, ein zu schwacher Wind, um den Ofen durchströmen zu können, schlecht bereitete, zerreibliche und sehr viel Asche enthaltende Coaks, sowie alle solche, die Veranlassung zur Entstehung von Lösche oder Staub geben, der den Ofen verstopfen und die Circulation des Windes verhindern kann, können dasselbe Resultat veranlassen.

Das körnige Roheisen ist dickflüssig, erstarrt plötzlich und zeigt nach Erkalten gar keine Festigkeit. Es paßt daher weder zum Vergießen, noch zum Verfrischen, weil es unrein ist und ein nur brüchiges Eisen giebt, auch beim Frischprocesse einen bedeutenden Abgang erleidet.

Coaks, die viel Lösche geben, viel Asche enthalten und wenig Wärme entwickeln, erzeugen nur schwierig wirkliches graues Roheisen und gestatten keinen solchen Betrieb, daß man gutes Roheisen erlangen kann, indem das alsdann erfolgende weiße Roheisen niemals gutes Stabeisen zu geben vermag. Dasselbe ist dickflüssig und erkaltet sehr schnell; sein Vorhandensein in dem Ofen ist eine Ursache eines sehr schlechten Zustandes desselben, wenigstens wenn das Erz nicht sehr leichtflüssig ist, weil man fortwährende Anstrengungen machen muß, um die Temperatur wieder zu erhöhen, und sehr nachtheilige Versetzungen zu verhindern.

Diese verschiedenen Gründe machen die Production des weißen Roheisens beim regelmäßigen Betriebe sehr selten, und man bemüht sich im Gegentheile, die daraus entstehenden nachtheiligen Betriebszufälle zu verhindern.

Classificirung des Roheisens.

In England unterscheidet man stets Roheisen znm Gießereibetriebe und zur Stabeisenfabrication; jedes derselben umfaßt drei Hauptarten:

1) Das Roheisen zum Gießereibetriebe Nr. 1 ist sehr schwarz, großkörnig, von ungleichem Bruche, hat nur eine geringe Festigkeit, ist aber sehr weich. Beim Flusse wirft es graphitartige Funken und erkaltet langsam. Es wird zum Umschmelzen und zum Gusse kleiner Stücken gebraucht.

Nr. 2 hat eine etwas hellere Farbe, als Nr. 1; es ist feinkörnig und sein Bruch regelmäßiger. Es ist noch sehr weich, aber fester.

Nr. 3 ist ein graues, feinkörniges und dichtes Roheisen; es giebt sehr feste Gußstücke, die sich aber vollkommen gut bearbeiten lassen. Zuweilen wird diese Sorte auch zum Verfrischen angewendet.

2) Das Roheisen zur Stabeisenfabrication Nr. 1 ist hellgrau, glänzend und kann auch zum Guße solcher Stücke angewendet werden, die keiner weiteren Bearbeitung bedürfen.

Nr. 2 ist halbirtes Roheisen, welches nur verfrischt wird.

Nr. 3 ist weißes Roheisen, spröde und hart, mit blättrigem oder strahligem Bruche; es wird nur zum Verfrischen angewendet und giebt gewöhnlich ein schlechtes Eisen.

Von dem Gange.

Der Gang der Coakshohöfen ist im Allgemeinen regelmäßiger, als der mit Holzkohlen betriebene. Er kann aus den bereits angegebenen Ursachen abweichen, allein es finden diese Veränderungen wenig statt, und

wenn man gute Coaks und ein gutes Gebläse hat, so bietet der Betrieb keine großen Schwierigkeiten dar.

Die Regelmäßigkeit des Ganges der englischen Hohöfen rührt zum Theil von der großen Erfahrung der Betriebsführer, von ihren vollkommenen Kenntnissen der angewendeten Materialien, von der großen Ordnung bei der Bedienung der Oefen und von der großen Verschiedenheit bei den Schmelzmaterialien her. Jedoch muß man auch erkennen, daß die Coakshohöfen im Allgemeinen weit weniger Gelegenheit zu Abweichungen im Betriebe zeigen, als die Holzkohlenhohöfen. Ihr bedeutender räumlicher Inhalt und ihre hohe Temperatur sind bedeutende Sicherungen gegen jede Art von Störung, die eine geringfügige Ursache hat, die aber dennoch zur Veränderung des Ganges von einem Holzkohlenhohofen hinreichend sein würde. Das Anblasen der letztern dauert nur kurze Zeit, und wenn sie leicht in schlechten Gang gebracht werden können, so läßt sich derselbe auch bald wieder herstellen; während das Anblasen der Coakshohöfen lange dauert, sind aber auch bedeutende Einwirkungen erforderlich, um ihren gewöhnlichen Betrieb zu stören, und es dauert eben so lange, ehe derselbe wieder hergestellt werden kann. Da außerdem die Holzkohlenhohöfen fast immer mit weit schlechtern Gebläsen versehen und weit nachlässiger betrieben sind, als die Coaksöfen, so läßt sich der Grund dieser verschiedenartigen Regelmäßigkeit des Betriebes leicht begreifen.

Festsetzung der Gichten.

Die Anzahl der in 24 Stunden in einem Ofen aufgegebenen Gichten sei, welche sie wolle, und es ist dieselbe von 60 bis 150, je nach ihrem Volum und der Production des Ofens, verschieden, so bleibt es

stets wichtig, das Aufgeben mit der größten Regelmäßigkeit auszuführen.

Den Erzsatz und die Menge des Zuschlages richtet man nach der Art des zu producirenden Roheisens ein. Bei dem dunkelsten Roheisen zum Gusse vermindert man den Erzsatz und steigert das Verhältniß des Zuschlages, um die Schlacken weniger flüssig zu machen und die Temperatur zu heben. Zuweilen wird in diesem Falle die Form, statt glänzend, dunkel, sie bedeckt sich mit einer Nase, und die daraus folgende Verengung des Gestelles erhöht dessen Hitzgrad auch noch. Ein solcher bei Holzkohlenhohöfen ungewöhnlicher Gang war bei Coakshohöfen, vor Einführung der Wasserformen, sehr gewöhnlich, und man verfuhr auf diese Weise, um die Form gegen die Hitze zu sichern.

Bei der Darstellung von Roheisen zum Verfrischen giebt man weniger Zuschlag und mehr Erz auf, und der Betrieb wird immer mit heller Form geführt.

Arbeit und Gestelle.

Coaks, welche viel Asche und Lösche geben, erfordern ein häufiges Reinigen des Gestelles, weil diese sich mit der Schlacke vermengenden Substanzen dieselbe zäh und steif machen und daher Störungen des Betriebes veranlaßt werden würden, wenn man die Heerdwände nicht von Zeit zu Zeit davon befreite.

Die Mittel zur Verbesserung der Betriebsstörungen sind dieselben, wie die bereits angegebenen, und wir brauchen daher in keine neuen Erläuterungen in dieser Beziehung einzugehen. Der Abstich wird nach denselben, oben aufgestellten Regeln bewirkt.

Dauer des Betriebes oder der Ofencampagnen.

Die Campagnen der Coakshohöfen sind im Allgemeinen weit länger, als die der Holzkohlenhohöfen; in diesen dauern dieselben gewöhnlich nur 12 bis 15 Monate und nur ausnahmsweise, bei sehr gutem Materiale zu den Gestellen, findet man Campagnen von mehrern Jahren (besonders am Harz), während in England ein fünf- bis sechsjähriger Betrieb gewöhnlich ist, und man bei der Erzeugung von Roheisen zum Verfrischen, und wenn man die progressive Erweiterung der untern Theile des Gestelles durch häufige Anwendung von feuerfestem Thone verhindern kann, selbst Campagnen von 8 bis 10 Jahren hat.

Auf den ersten Blick glaubt man, es lasse sich diese Verschiedenheit durch die bessere Beschaffenheit der in England angewendeten feuerbeständigen Steine erläutern; allein die Erfahrung hat bewiesen, daß in den Holzkohlenhohöfen dieselben Materialien nicht länger dauerten, als die gewöhnlich angewendeten. Man kann sich daher auf keine andere Weise Rechenschaft von dieser Thatsache geben, als wenn man annimmt, daß die in der Holzasche vorhandenen Alkalien zu der Zerstörung der Steine beitragen, welche dem durch die Verbrennung der Coaks erzeugten hohen Hitzgrade so lange widerstehen.

Materialienaufwand und Production.

Die zur Erzeugung einer Tonne Roheisen erforderliche Brennmaterialienmenge hängt bei den Holzkohlenhohöfen hauptsächlich von der Beschaffenheit der Erze ab. Beim Betriebe mit Coaks verändert sie sich, nach dessen Verschiedenheit, bei übrigens gleichen Um-

ständen, ohngefähr in dem Verhältnisse von 2 zu 3. Auch die Beschaffenheit des Roheisens hat einen großen Einfluß auf den Materialienverbrauch; er modificirt sich, je nachdem Roheisen zum Frischprocesse oder zum Gießereibetriebe dargestellt wird, in dem Verhältnisse von 100 zu 120 oder 125.

1) In den kleinen Hohöfen in Staffordshire besteht eine Gicht ohngefähr aus:

250 bis 300 Kilogr. Coaks,
350 bis 410 — Erz,
110 bis 130 — Zuschlag.

Man verbraucht zu 100 Kilogr. Roheisen 180 bis 200 Kilogr. Coaks und producirt täglich 7 bis 9 Tonnen.

In den neuerlich erbauten großen Hohöfen, die 15 Meter hoch, 4,20 Meter im Kohlensacke und 2,40 Meter in der Gicht weit sind, producirt man täglich 15 bis 16 Tonnen Roheisen zum Verfrischen, indem man 140 bis 150 Coaks auf 100 Roheisen verbraucht. Die Gicht besteht aus:

315 bis 330 Coaks,
560 Erz mit etwa 40 Procent Eisengehalt,
140 bis 150 Kilogr. Zuschlag.

Diese Hohöfen erhalten den Wind unter einem Drucke von 12 oder 13 Centim. Quecksilbersäule zugeführt, und zwar in einer Quantität von 95 Cubikmeter (zu gewöhnlicher Temperatur und zu 0,76 Met. Quecksilberdruck angenommen), d. h. von 7 Cubikmet. auf das Quadratmeter Oberfläche im Kohlensacke. Man verbrennt etwa 70 Kilogr. Coaks auf das Quadratmeter und in der Stunde.

2) Bei Bradford produciren die 12,70 Meter hohen, im Kohlensacke 3,65 Meter und in der Gicht nur 1,32 Meter weiten Hohöfen etwa 8½ Tonne täglich mit einem Aufwande von 200 Kilogr. Coaks auf 100 Kilogr. Roheisen. Sie erhalten nur 5,6 bis

6 Cubikmeter Wind auf das Quadratmeter Oberfläche zugeführt und verbrennen auf dieser und in der Stunde etwa 70 Kilogr. Coaks.

3) Nach Mushet verbraucht man von den guten Coaks in Wales nur etwa 130 Brennmaterial auf 100 Roheisen, wozu 250 Erz erforderlich sind.

Jedoch erscheint dies Resultat ein sehr ausnahmsweises zu sein.

4) In Schottland, wo die Steinkohlen im Allgemeinen von geringer Beschaffenheit sind, verbrauchte man vor Einführung der erhitzten Luft auf die Tonne Roheisen

3000 Kilogr. Coaks,
1750 — Erz,
500 — Zuschlag.

5) Zu Königshütte in Schlesien verschmilzt man eine aus thonigem Brauneisenstein und Sphärosiderit bestehende Beschickung. Der erstere enthält 28 bis 32 und der zweite 42 Procent Eisen. Die Coaks werden in Haufen aus Sinterkohlen bereitet, welche 65 bis 70 Procent geben. Die Hohöfen sind 13,50 Meter hoch, 3,60 Meter im Kohlensacke und 1,40 Meter in der Gicht weit. Eine Gicht besteht aus:

1,328 Cubikmet. Coaks . . . . . 390 Kilogr.
Erz von 32 Proc. Eisengehalt = 780 bis 960 —
Zuschlag . . . . . . = 210 bis 240 —

Die Production beträgt etwa 5000 Kilogr. (5 Tonnen) täglich, und der Coaksverbrauch auf die Tonne beträgt 2270 Kilogr., welches sich auf eine Verbrennung von etwa 47 Kilogr. auf das Quadratmeter zurückführen läßt, ein Resultat, welches weit unter dem ist, welches man gewöhnlich in England erhält.

6) Im Hohofen zu Gleiwitz, dem ersten, der in Oberschlesien mit Coaks betrieben wurde (erbaut 1795), besteht eine Beschickung aus Brauneisenstein von 28 Proc. Eisengehalt, aus Sphärosiderit, aus der Stein-

kohlenformation mit 42 Proc. Eisengehalt und aus thonigem Sphärosiderit aus der Juraformation. Die aus trocknen Steinkohlen bereiteten Coaks, die 57 bis 74 Proc. dem Gewichte nach geben, wiegen 52 Kil. das Hektoliter (3,2 Cubikf.). Der Ofen ist 12,50 Met. hoch, 3,25 Met. im Kohlensacke und 148 Met. in der Gicht weit. Eine Gicht besteht aus:

1,328 Cubikmet. Coaks, an Gewicht	390 Kil.	1635 Kil.
Erz von 34 Proc. Eisengehalt . . .	745 „	
Zuschlag	200 „	

Da die Production täglich nur 3100 Kil. beträgt und der Coaksverbrauch auf 100 Roheisen etwa 275 Kil., so verbrennt man in der Stunde und auf das Quadratmeter Durchschnitt im Kohlensacke 35,50 Kilogramme.

7) Beim Hohofen zu Maubeuge, der 14 Meter hoch und im Kohlensacke 4 Meter weit ist, besteht eine Gicht im Durchschnitte aus:

Coaks	1,50 Cubikmet.	600 Kil.
Erz	0,80 —	1000 —
Zuschlag	0,45 —	550 —
Summa	2,75 Cubikmet.	2150 Kil.

Die tägliche Production an Roheisen zum Gießereibetriebe erhebt sich auf 11000 Kil., und man verbraucht auf die Tonne:

2080 Kil. Coaks,
3450 — Erz (Brauneisenstein),
1800 — Zuschlag.

8) In Decazeville in Frankreich verbrauchte man 1837 im Durchschnitte zu einer Tonne Roheisen:

Erz	2791 Kil.,
Coaks	2713 —
Zuschlag	641 —

9) Zu Lavoulte in Frankreich verschmilzt man dichten Rotheisenstein und Sphärosiderit. Der Ofen

ist 15 Meter hoch, 4 Meter im Kohlensacke und 1,70 Meter in der Gicht weit. Eine Gicht bestand vor Anwendung der erhitzten Luft aus:

Coaks	200 Kil.	490 Kil.
Erz von 42,5 Proc. Eisengehalt	230 —	
Zuschlag	60 —	

Täglich gingen 42 Gichten, und es wurden 7000 Kil. Roheisen erzeugt. Man verbrauchte daher 205 Kil. Coaks auf 100 Roheisen und verbrannte ohngefähr 48 Kil. Coaks in der Stunde und auf das Quadratmeter Durchschnitt im Kohlensacke.

10) Im Hohofen zu Vienne besteht die Beschikkung aus Rotheisenstein von Lavoulte, aus Bohnerz von Autrey in der Franche-Comté von 27 Procent Gehalt und aus Bohnerz aus der Juraformation von Villebois, welches jedoch nur als Zuschlag angewendet wird. Der Ofen ist 11,50 Meter hoch, im Kohlensacke 3,20 und in der Gicht 1,30 Meter weit. Vor Anwendung der erhitzten Luft bestand eine Gicht aus:

Coaks	228,90 Kil.	464,00 Kil.
Erz von 42 Proc. Eisengehalt	180,44 —	
Zuschlag	54,66 —	

Zu 100 Roheisen wurden 302,50 Coaks verbraucht; die tägliche Production beträgt 3028,90 Kil., und man verbrannte etwa 47 Kil. Coaks in der Stunde und auf ein Quadratmeter Oberfläche des Durchschnitts im Kohlensacke.

Die verschiedenen hier angeführten Resultate geben einen Begriff von den großen Verschiedenheiten, welche der Betrieb der Coakshohöfen, nach der Beschaffenheit der Schmelzmaterialien und nach der Stärke des Gebläses darbietet. Alles, was sich auf den Eisengehalt oder die Schmelzbarkeit der Erze, auf die

Beschaffenheit der Steinkohlen und folglich auf die Beschaffenheit des Roheisens bezieht, läßt sich nicht verändern; wogegen es mit der täglichen Production anders ist. Man ist fortwährend Herr, sie auf das Maximum zu treiben, wenn man eine zweckmäßige Windführung anwendet, und man begreift kaum, daß nicht alle Hütten mit hinlänglich starken Gebläsen zur Erreichung dieses Zweckes versehen sind. Es ist dies das einzige Mittel, um das Verhältniß der Generalkosten auf die Tonne Roheisen und dadurch dessen Productionspreis zu vermindern und daher die Ueberschüsse zu erhöhen.

In England werden alle Hütten nach diesen Principien betrieben; auf dem Festlande scheint man dagegen noch nicht die ganze Wichtigkeit, wie es der Fall zu sein scheint, damit verknüpft zu haben, und dennoch ist in Deutschland und Frankreich mehr, als in England, eine Verminderung der Productionskosten erforderlich.

Betrieb der Coakshohöfen mit erhitzter Gebläseluft.

Wir haben bereits weiter oben bei den Holzkohlenhohöfen die Ursachen untersucht, denen die guten Resultate, welche im Allgemeinen die erhitzte Gebläseluft bei dem Hohofenbetriebe hervorgebracht hat, zugeschrieben werden müssen, und wir haben jedweden Einfluß derselben nachzuweisen gesucht. Wir beschränken uns daher hier auf die Wirkungen ihrer Anwendung bei den Coakshohöfen.

Wirkungen der erhitzten Gebläseluft.

Wahl der Erze.

Die Anwendung der erhitzten Gebläseluft hat den Kreis der Erzarten ausgedehnt, die man zu verschmel-

zen vermag; sie hat besonders die Zugutemachung derjenigen begünstigt, deren bedeutender Eisengehalt und Strengflüssigkeit bisher Hindernisse ihrer Anwendung waren. So ist z. B. der Rotheisenstein, der früher in England für wenig vortheilhaft angesehen wurde, jetzt sehr gesucht, und er wird daher in Staffordshire, Wales und Schottland in großer Menge angewendet, so weit es die Höhe seines Preises gestattet. Es ist dadurch eine bedeutende Verbesserung der Qualität des Roheisens herbeigeführt.

Gang der Hohöfen.

Die bedeutende Reduction der den Hohöfen zugeführten **Windmenge** ist eine von den der Anwendung der erhitzten Luft zugeschriebenen Resultaten. Als indirecte Wirkung ist die Thatsache unbezweifelt, denn das Gewicht des eingeführten Windes ist dem verbrannten Brennmateriale proportional, und die Reductionen müssen sich folgen. Da nun auf der andern Seite die Verbrennung besser mit der warmen, als mit der kalten Luft bewirkt werden kann, so ist es gewiß, daß im ersten Falle die Luft vollständiger verbrannt werden kann, als im zweiten. Es sind dies die beiden Hauptursachen, welche das Volum des zur Production eines gegebenen Gewichts Roheisens erforderlichen Windvolums zu vermindern suchen. Jedoch muß man anzunehmen sich hüten, daß die erhitzte Luft eine directere Wirkung haben könne, z. B. eine solche, daß das Verhältniß des Gewichts der zur Verbrennung eines Kilogramms Coaks erforderlichen Luft vermindert werden könne.

Die **Pressung** kann, bei übrigens gleichen Verhältnissen, bei der erhitzten Luft geringer, als bei der kalten sein; jedoch ist die Differenz an der Maschine selbst nie bemerkbar, weil der Uebergang der Luft in

die Heizapparate die anfängliche Pressung stets vermindert.

Der Einfluß der erhitzten Luft auf die Regelmäßigkeit des Ganges und die leichte Arbeit im Gestelle sind auch bei den Coakshohöfen bemerkt worden, und es lassen sich die bei den Holzkohlenhohöfen gemachten Bemerkungen in Beziehung auf die Veränderungen an der innern Form, auch auf den vorliegenden Fall anwenden. Jedoch müssen wir hier noch bemerken, daß bei der erhitzten Luft die Anwendung der besten Materialien zur Construction des Gestelles und der Rast, ferner von Wasserformen und von einem Tümpel, durch welchen Wasser strömt, kurz aller Vorrichtungen, die zur Erhaltung und Dauer des Ofens dienen, erforderlich ist.

Materialienverbrauch und Production.

Als Folge der Brennmaterialersparung und der bessern Anwendung des Windes, erfolgt stets durch die Anwendung der erhitzten Luft eine Vermehrung in der Production, wenn man nicht das Gewicht der eingeführten Luft vermindert und nicht anderweitig den raschen Gichtenwechsel verhindert, der selbst wegen der günstigen Umstände, unter denen die Reduction erfolgt, etwas gesteigert werden kann. Wir wollen einige Beispiele anführen:

Auf den Clyde-Hütten in Schottland, wo man die erhitzte Gebläseluft zuerst anwendete, und wo die Temperatur der Luft etwa 260° C. betrug, hat die Production in dem Verhältnisse von $\frac{1}{3}$ zugenommen. Dasselbe Resultat erlangte man in Staffordshire, wo man die Luft auf etwa 300 Grad erhitzte. Zu Lavoult in Frankreich nahm die Production in dem Verhältniß von 7 zu 9 zu, und die Temperatur des Windes betrug 230°; zu Gleiwitz in Oberschlesien nahm

die Production im Verhältniß von 3 zu 4¼ zu; allein die Beschaffenheit der Steinkohlen erlaubte nur eine Erhitzung auf höchstens 140 Grad.

Qualität des Roheisens.

Der Einfluß, den die erhitzte Luft auf die Beschaffenheit des Roheisens ausgeübt hat, ist in verschiedenen Hütten sehr verschieden gewesen. In manchen ist die Güte des Eisens dieselbe geblieben, in andern hat sie sich verändert. Man kann daher im Allgemeinen eben so wenig sagen, daß das bei erhitzter Luft erblasene Roheisen gutes, als daß es schlechtes Stabeisen gebe. Die Frage hängt lediglich von der Beschaffenheit der Schmelzmaterialien und von der Art und Weise der Anwendung der erhitzten Luft ab. Es können alle Erze auf diese Weise mit Vortheil zu Gute gemacht werden, allein es ist gewiß, daß der Hitzgrad, zu welchem die Luft gebracht werden muß, innerhalb sehr ausgedehnter Grenzen, nach der Beschaffenheit der Erze, verschieden ist. Eine gegebene Temperatur kann in einer Hütte sehr gutes Roheisen geben und sehr schlechtes in einer andern. So ist in Staffordshire eine Temperatur über 300° sehr zweckmäßig, während in Schlesien das Roheisen unbrauchbar wird, sobald man die Luft über 120 bis 130° steigert. Diese Thatsachen lassen sich nach dem schon Gesagten sehr gut erklären, nämlich, daß das Roheisen um so mehr die Tendenz hat, sich mit den Erdbasen der Schlacken zu verbinden, und den Kohlenstoff um so fester zurückhält, je höher die Temperatur war, in welcher es erzeugt wurde. Wenn daher im Verhältnisse zu der Beschaffenheit des Erzes die Temperatur zu hoch ist, so verschlechtert sich das Eisen und der Frischproceß wird schwierig.

Es scheint uns ganz natürlich zu sein, daß in

England das bei erhitzter Luft erblasene Roheisen zum Frischprocesse etwas weniger geachtet wird, als das von dem Betriebe mit kalter Luft. In einigen Fällen ist diese Thatsache vielleicht nur das Resultat eines Vorurtheils, wogegen sie in vielen andern Fällen das Ergebniß einer richtigen Erkennung der respectiven Qualitäten der beiden Roheisenarten ist. Da man im Handel keine genauen Kenntnisse von dem Betriebe einer jeden Hütte hat, und da der Kaufmann auch außerdem nicht im Stande ist, sich vollkommene Rechenschaft darüber zu geben, so hat er sein Urtheil aus dem günstigsten Gesichtspuncte für seine Interessen gebildet, indem er als Grund dafür den unbestreitbaren Satz angenommen, daß eine zu hohe Temperatur dem zu verfrischenden Roheisen nachtheilig ist, daß aber die Hüttenbesitzer im Allgemeinen in ihrem Interesse handeln, wenn sie die Hohöfen mit stark erhitztem Winde betreiben, indem sie alsdann mehr und wohlfeiler produciren.

Zwischen dem bei kalter und bei heißer Luft erblasenen Roheisen zur Stabeisenfabrication findet ein, wenn auch nicht gleiches, doch ähnliches Verhältniß, wie zwischem dem weißen und dem grauen Roheisen, statt. Bei beiden zeigen sich dieselben Eigenschaften und dieselben Mängel, jedoch in verschiedenen Graden. Man kann daraus folgern, daß, wenn es beim Betriebe mit kalter Luft vortheilhaft ist, graues Roheisen zum Gießereibetriebe aus strengflüssigen Erzen und bei hoher Temperatur des Ofens zu erzeugen, während das zu verfrischende Roheisen hellgrau sein und aus leichtflüssigen Erzen erblasen werden muß, man bei der Anwendung der erhitzten Luft, die Temperatur bei der zweiten Roheisensorte mäßigen und sie nur bei der erstern etwas höher treiben muß. Das zu vergießende Roheisen ist wirklich dasjenige, dessen Production durch das neue Verfahren in Beziehung

auf die Kosten am Meisten gewonnen, und welches nichts an seiner Qualität verloren hat, vorausgesetzt, daß die Temperatur nicht so erhöht ist, daß es zu graphitreich und folglich zu wenig haltbar wird.

Anwendug der rohen Steinkohle.

Erst nach der Erfindung des Betriebes mit erhitzter Gebläseluft hat man mit Erfolg rohe Steinkohlen für Coaks anwenden können. Jedoch ist erhitzte Luft nicht für alle Steinkohlenarten unbedingt nothwendig, sondern es giebt welche, bei denen man sie ohne Nachtheile weglassen kann. Die meisten aber erfordern sie unbedingt, und bei keiner derselben findet ein größerer Vortheil mit ihrer Anwendung statt.

Wahl der Steinkohlen.

Der Zweck der theilweisen oder gänzlichen Ersetzung der Coaks durch rohe Steinkohlen ist der, alle die Verluste zu vermeiden, welche bei der Coaksbereitung unvermeidlich sind, und die daraus folgende Ersparung ist um so größer, je bedeutender jene Verluste sind. Es können daher diejenigen Steinkohlen mit den größten Vortheilen roh angewendet werden, welche **durch die Vercoakung am Meisten verlieren.**

Unter den verschiedenen Steinkohlensorten giebt es solche, die zum Hohofenbetriebe mehr oder weniger geeignet sind. Die am Meisten Kohle enthaltenden und dabei reinsten Steinkohlen sind die besten. Die trocknen oder magern Kohlen (Sinter- und Sandkohlen) sind die einzigen, die man leicht anwenden kann, und man trifft auf sehr ernstliche Schwierigkeiten, sobald sich ihre Beschaffenheit der der fetten oder backenden Kohlen nähert, welche aufgeblähte Coaks geben.

Die Reinheit der Steinkohlen ist eine Eigenschaft,

auf die man die größte Aufmerksamkeit verwenden muß. Kiesige Kohlen geben selbst beim Betriebe mit erhitzter Luft nur sehr schwierig gutes Roheisen zur Stabeisenfabrication; man muß sie zur Erzeugung von Roheisen zum Gießereibetriebe aufbewahren, oder sie vercoaken, wodurch sie einen Theil des Schwefelgehaltes verlieren.

Die fetten oder backenden Steinkohlen, welche der Typus einer guten Kohle für Schmiedefeuer sind, können im rohen Zustande nicht für sich allein angewendet werden, weil sie zusammenbacken und für die Luft undurchdringliche Massen bilden, die den Ofen verstopfen und seinen weitern Betrieb verhindern. Man muß sie in geringen Verhältnissen mit trocknen Kohlen vermengen und erhitzte Luft anwenden.

Magere Kohlen (Sinterkohlen), welche dichte und feste Coaks geben, die aber noch bituminöse Theile enthalten, lassen sich, besonders bei erhitzter Luft, leicht anwenden. Die trocknen oder Sandkohlen endlich, wie die aus Wales, welche sehr kohlereich sind und 75 bis 80 Proc. Kohle und nur 2 bis 3 Proc. Asche enthalten, geben sehr gute Resultate, selbst bei kalter Luft, wiewohl es stets vortheilhafter ist, warme Luft anzuwenden.

Kurz, man kann die Kohlen am Besten gebrauchen, deren Eigenschaften sich am Meisten denen guter Coaks nähern. Aus demselben Grunde ist der Betrieb mit sehr leichten Holzkohlen, die leicht zerbrechen und zu Pulver verwandelt werden, weit schwieriger, als mit festen und dichten, die, ohne zu zerbröckeln, das Gewicht der Erzsätze tragen können. Kleine oder Staubkohlen müssen in allen Fällen verworfen werden; sie fallen durch den Ofen, ohne zu verbrennen, und sind sowohl für dessen Betrieb, als für die Qualität seiner Producte sehr nachtheilig.

Gestalt der Hohöfen.

Die Veränderung, welche die Gestalt der Hohöfen erleiden muß, wenn man rohe Steinkohlen, statt Coaks, anwenden will, sind durchaus nicht so bedeutend, als wenn die Holzkohle durch rohes Holz ersetzt werden soll. Letzteres erleidet in den Oefen eine bedeutende Volumverminderung, wogegen die Steinkohlen, oder wenigstens die, welche sich zweckmäßig anwenden lassen, sich ohne bedeutende Veränderung des Volums in Coaks verwandeln. Die physikalische Veränderung beschränkt sich fast nur auf eine Gewichtsverminderung. Von den Coaks zu den Steinkohlen ist daher der Uebergang minder schroff, als von der Holzkohle zum Holze, und wenn man sich davon nicht durch bloße Untersuchung dieser Stoffe überzeugen kann, so braucht man nur den Betrieb der Hütten in Frankreich und England näher zu betrachten. In den letztern ersetzen die Steinkohlen die Coaks, ohne andere Umstände, als daß man einen Lufterhitzungsapparat errichtet und die Gicht etwas weiter macht, während in den erstern Hütten der Ersatz der Kohlen durch Holz fast noch ein zu lösendes Problem bleibt. Die Frage ist aber weit schwieriger, und zu ihrer genügenden Lösung sind Einrichtungen erforderlich, die wesentlich von denen verschieden sind, welche bis jetzt der Anwendung der Holzkohlen oder des gedörrten Holzes genügen.

Jedoch gleicht ein speciell für die Anwendung der Steinkohlen eingerichteter Ofen nicht gänzlich den mit Coaks betriebenen. Man sucht ihnen im Allgemeinen das größtmögliche Volum zu geben, man legt den Kohlensack etwas niedriger, um den räumlichen Inhalt des Schachtes etwas zu vermehren, und läßt sehr häufig das Gestelle weg, indem man einen kreisförmigen Heerd vorrichtet. Man findet diese letz-

tere Einrichtung besonders in Wales, und der Gicht-durchmesser erreicht dort fast $\frac{3}{4}$ von dem des Kohlen-sackes. In den übrigen Provinzen Englands und Schottlands ist das Verhältniß zwischen dem Durch-messer der Gicht und des Kohlensackes beim Betriebe mit Steinkohlen und Coaks fast gleich; es muß aber auch bemerkt werden, daß die Oefen niedriger sind, und daß man bedeutenden Wärmeverlusten unterwor-fen sein würde, wenn man das obige Verhältniß annehmen wollte. Eine weite Gicht scheint jedoch, bei gehöriger Höhe des Ofens, nichts Nachtheiliges zu haben. Will man aber einen regelmäßigen Betrieb und die größtmöglichste Ersparung erlangen, so ist die Anwendung von erhitzter Luft unerläßlich.

Betrieb der Hohöfen mit Steinkohlen. — Umwandlung der Schmelzmaterialien.

Das Aufgeben der Gichten geschieht auf gleiche Weise, wie bei den Coakshohöfen, und das Gewicht der Kohlengicht ist gewöhnlich dem der Coaksgichten gleich.

Die Steinkohlen erleiden in den Hohöfen eine wirkliche Destillation, welche sie in Coaks verwandelt, deren Verbrennung in dem Gestelle erfolgt. Diese Verkohlung erfolgt im Allgemeinen langsamer, als die in den Vercoakungsöfen, in denen sie nur 24 bis 36 Stunden dauert, wogegen in großen Hohöfen 40 bis 48 Stunden dazu erforderlich sind und sie unter sehr guten Verhältnissen erfolgt, weil die Temperatur langsam und nach und nach einwirkt, wodurch die festen Theile geschont werden. Es ist daher wahr-scheinlich, daß die Coaks weit dichter werden, und daß man weit mehr erhält, als bei den andern Verfah-rungsarten, und diese Meinung wird zum Theil durch die Form der Steinkohlenhohöfen selbst bestätigt, welche

unten gewöhnlich viel weiter, als die Coakshohöfen sind. Denn man müßte, wenn die erhaltenen Coaks leichter und minder dicht, als die gewöhnlichen wären, das Gestelle vielmehr verengen.

Die Gase und die bituminösen Stoffe, welche bei der Destillation der Steinkohlen erfolgen, sind nicht ohne Einfluß auf den Betrieb der Hohöfen. Indem sie den Schacht durchströmen, tragen sie, vermöge ihres Kohlengehaltes, zur Reduction der Erze bei, und ihre Einwirkung kann in dieser Beziehung nur günstig für den allgemeinen Zweck der Operation sein. Jedoch können sie in anderer Beziehung auch nachtheilig einwirken, z. B. dann, wenn sie sich vor ihrem Ausströmen entzünden und die Temperatur in den obern Theilen des Schachtes erhöhen. Diese Wirkung ist um so eher zu befürchten, je reicher die Steinkohlen an Bitumengehalt sind und jemehr Sauerstoff die das Gestelle ausströmende Luft enthält. Auch erfordern die nicht trocknen Steinkohlen durchaus erhitzte Luft, nicht allein deßwegen, weil sie sehr schnell die Versetzungen aufzulösen vermag, die sich unter diesen Umständen leicht bilden können, sondern weil die Luft fast ganz in dem Gestelle verbrennt und bei ihrer Ankunft in dem Gestelle wenig geeignet ist, um die Verbrennung der dort vorhandenen Gase zu bewirken.

In Schottland, wo die Steinkohle viel durch die Destillation verliert (55 Proc. bei dem gewöhnlichen Verfahren), ist die erhitzte Luft unumgänglich nöthig, während in Wales, wo die Steinkohlen oft 75 bis 80 Proc. Coaks dem Gewichte nach und daher wenig Producte der Destillation geben, ein sehr guter Betrieb bei kalter Luft stattfindet. Die Menge der entwickelten Gase ist alsdann so gering, daß selbst dann, wenn eine Verbrennung derselben stattfinden könnte, sie ohne sehr merklichen Einfluß

sein würde, weil die Höhe und die weiten Gichten der Hohöfen mächig dahin wirken, den Schacht in einer niedrigen Temperatur zu erhalten.

Der Gang der Hohöfen ist bei Steinkohlen nicht schwieriger zu reguliren, als bei Coaks, und er ist ebenso regelmäßig. Ein schlechter Gang kann nur durch zu backende oder durch zu zerreibliche Steinkohlen erfolgen; in dem letztern Falle verschlechtert sich das Roheisen, die Schlacken werden zäh, und das Gestelle muß recht oft gereinigt werden.

Die Windpressung muß bei Steinkohlen etwas stärker, als bei Coaks sein, sie beträgt gewöhnlich 0,12 bis 0,15 Met. Quecksilber. Die Temperatur des Windes wechselt in Schottland zwischen 250 und 310°; allein es sind die Qualität des Erzes und die Art des zu producirenden Roheisens, welche in allen Fällen diese Frage entscheiden müssen.

Das Volum des Windes muß sich nach dem Kohlengehalte der Steinkohle richten, indem man davon ausgeht, daß zur Verbrennung von 1 Kilogr. reiner Kohle etwa 8 Cubikmet. Luft von 0° und von 0,76 Meter (10,40 Kil. Pressung) erforderlich ist. Eine Steinkohle mit 60 und 70 Proc. Kohlengehalt wird daher 4,8 bis 5,6 Cubikmet. (6,24 bis 7,28 Kil.) auf 1 Kil. der verbrauchten Kohle erfordern.

Materialverbrauch und Production.

Die Benutzung der rohen Steinkohlen hat eine große Ersparung bei der Roheisenerzeugung veranlaßt, und es hat dieselbe im Allgemeinen im Verhältnisse zu den Verlusten gestanden, welche jene bei der Verkohlung erlitten.

Die Erhöhung der täglichen Production ist die unmittelbare Folge der Verminderung bei dem Brennmaterialverbrauche, sobald das Gewicht der

eingeführten Luft nicht vermindert wird. Nimmt man die Production als unverändert an, so verändert sich die Windmenge im Verhältnisse. So gebrauchte man in Schottland ehedem zu 100 Kil. Roheisen 300 Kil. Coaks mit 260 Kohle; jetzt verbraucht man nur 210 Steinkohle mit 126 Kohle. Das Volum des einzuführenden Windes hat sich daher bei gleicher Production fast um die Hälfte vermindert. In andern Gegenden Großbritanniens ist die Production nicht so stark gewesen; allein wenn dies auch der Fall ist, so muß man sie doch berücksichtigen, um alle Vortheile des neuen Verfahrens richtig beurtheilen zu können.

Durch die Einführung des neuen Verfahrens herbeigeführte Ersparung hat man in England sehr verschieden gefunden, und es ist dies auch natürlich, da es von der Beschaffenheit der Steinkohlen abhängt. Im Durchschnitt betrug die Verminderung des Steinkohlenverbrauchs auf eine Tonne Roheisen 1 bis 4 Tonnen.

Anwendung des Anthracits.

Der Anthracit ist eine Art Steinkohle, die 90 bis 94 Proc. Kohle enthält, sehr schwer verbrennt, und die wegen ihrer dichten Structur und ihrer geringen Wärmeleitungsfähigkeit die Eigenschaft besitzt, bei plötzlicher Erhitzung zu zerspringen und sich in Staub zu verwandeln. Dies ist das Brennmaterial, welches 1837 zuerst zu Yniscedwyn bei Swansea in Wales für sich allein zum Eisenschmelzen angewendet wurde, nachdem man schon weit früher (1804) erfolglose Versuche angestellt hatte. Die Lösung des Problems ist hauptsächlich durch die Anwendung der erhitzten Luft erfolgt, die in diesem Falle ganz unerläßlich ist.

Mittel der Benutzung.

Das hauptsächlichste Hinderniß bei der Anwendung des Anthracits ist sein Zerspringen, welches sich bei allen Varietäten in einem höhern oder geringern Grade zeigt, und das einzige Mittel, um die Wirkung (welche darin besteht, daß die Substanz in Staub verwandelt wird und dann die Luftcirculation und die Verbrennung hindert) aufzuheben, besteht in seiner stufenweisen Erwärmung. Er verliert alsdann sehr langsam seinen Wassergehalt und gelangt nach und nach, und ohne zu zerspringen, zu dem Hitzgrade, in welchem die Verbrennung erfolgt.

Bei den Schmiedefeuern und den Dampfkesselheerden erreicht man diesen Zweck durch die Anwendung von einer Art von Trichter, durch welchen der Anthracit zu dem Orte seiner Verbrennung gelangt. In den Hohöfen ist diese Vorrichtung schon an und für sich vorhanden, indem der Schacht ihre Stelle einnimmt und man braucht nur die Temperatur auf eine zweckmäßige Weise zu reguliren, indem man sie oben so schwach, als möglich, macht. Dieser Zweck wird durch mehrfache Mittel erreicht, welche in der Anwendung der erhitzen Luft, in der Erhöhung des Schachtes und der Erweiterung der Gicht bestehen.

Windführung.

Da die heiße Luft die Verbrennung in dem Gestelle um so stärker macht, je höher ihre Temperatur ist, so ist es glaubhaft, daß bis zu einer gewissen, noch unbestimmten Grenze, die Temperatur im Schachte in dem Maße abnimmt, als die der Gebläseluft zunimmt, und daß folglich diese letztere in

dem Verhältnisse der Zerspringbarkeit des Anthracits höher sein muß. Jedoch muß es einen Punct geben, an welchem die gesuchte Wirkung nicht erhalten wird, oder wo es nur unter Bedingungen der Fall sein würde, die mit einem guten Gange des Ofens nicht übereinstimmen.

Vor Allem muß man aus dem Gesichtspuncte der Windführung die Dichtigkeit des Brennmaterials berücksichtigen, und die Pressung und Temperatur des Windes danach reguliren; denn es ist gewiß, daß mit einem schwachen und wenig erhitzten Winde der größte Theil desselben durch das Gestelle strömen würde, ohne daselbst zu verbrennen, und nur dazu dienen würde, es abzukühlen. Ist es aber unter diesen Umständen möglich, in allen Fällen den größtmöglichen Nutzeffect von der eingeführten Luft zu erlangen? Wir glauben es nicht. Man muß dahin streben; allein es ist stets die Beschaffenheit der Erze und die Qualität des zu producirenden Roheisens, welche über den obigen Punct entscheiden müssen.

Im Jahre 1840 erhielten die Anthracithohöfen in der Umgegend von Swansea in Wales den Wind mit einer Pressung von 0,13 bis 0,15 Met. Quecksilber, und er wurde bis zu etwa 350° erhitzt. Der dort angewendete Anthracit ist minder dicht und zerspringt weniger leicht, als der in dem franz. Isère-Departement vorkommende; letzterer würde daher vielleicht einen dichtern und heißern Wind erfordern.

Was das Volum des Windes betrifft, so fanden die Herren Flachat und Petiet, daß es etwa 8 Cubikmeter (bei 0,76° der Pressung und von gewöhnlicher Temperatur) auf den Kilogr. des verwendeten Anthracits betrug, und der Ofen verbrauchte von diesem in der Stunde und auf das Quadrat-

meter des Kohlensackdurchschnitts 41 Kil. Betrachtet man den Kohlereichthum des Anthracits, so wurde daher der Wind etwas schlechter benutzt, als in den Coakshohöfen. Dies erklärt sich aber sehr leicht, weil die Pressung und die Temperatur der Luft nicht hinreichend von denen verschieden waren, die man bei Coaks oder Steinkohlen anwendet, und welche erforderlich ist, um die größere Dichtigkeit des Brennmaterials auszugleichen.

Man ersieht demnach, daß diese Oefen nicht mehr als 5,50 Cubikmeter Wind in der Minute und auf das Quadratmeter des Durchschnitts erhalten. Auch produciren sie durchaus nicht soviel Roheisen, als man erwarten dürfte, wenn die Windführung von der Art wäre, daß 70 bis 75 Kil. Anthracit in der Stunde und auf das Quadratmeter des Durchschnitts verbrannt würden.

Der Ofen, bei welchem diese Beobachtungen angestellt wurden, hat folgende Hauptdimensionen:

Höhe	12,10	Met.
Durchmesser im Kohlensacke	3,34	„
Durchmesser in der Gicht .	2,43	„
Weite des Heerdes . .	1,06	„

Er producirt wöchentlich 40 bis 45 Tonnen, d. h. etwa 6000 Kil. täglich, und der Anthracitverbrauch beträgt nur 1,4 auf 1 Roheisen.

In einer benachbarten Hütte sind die Hauptdimensionen des Ofens folgende:

Höhe	12,40	Met.
Durchmesser im Kohlensacke	3,15	„
Durchmesser in der Gicht .	2,12	„

Er producirt 35 bis 40 Tonnen wöchentlich.

Beschaffenheit des Roheisens.

Die Qualität des Wales'schen Roheisens hat sich seit Anwendung des Anthracits, statt der Coaks, verbessert. Man kann es jetzt zur Gießerei anwenden, da es sehr dünnflüssig ist, langsam erstarrt und sich leicht bearbeiten läßt, Auch ist es fester, als das bei Coaks oder Steinkohlen erblasene Roheisen; denn nach den Versuchen des Herrn Evans und denen der Herren Fairbairn und Hodgkinson läßt sich die mittlere Festigkeit dieser letztern Roheisenart durch 430, die des Anthracitroheisens von Ystal-y-fera bei Swansea durch 444 ausdrücken, welches etwa für eine Erhöhung der Festigkeit von 2½ Procent zu Gunsten des letztern spricht.

Der größte Theil des in England mit Anthracit producirten Roheisens wird fast ausschließlich zur Gießerei benutzt, und wir wissen nicht genau, wie es sich beim Verfrischen verhält. Vielleicht läßt es sich, hauptsächlich wegen der hohen Temperatur, bei der es erzeugt worden, mit einiger Schwierigkeit verfrischen. Jedenfalls hat man aber keinen Grund zu der Annahme, daß es Eisen von geringerer Qualität geben würde, als das aus gewöhnlichem Roheisen dargestellte.

Einrichtung der Hohöfen.

Die mit Anthracit betriebenen Hohöfen erfordern eine sehr sorgfältige Construction und die besten Mittel zu ihrer Erhaltung gegen die Einwirkungen der hohen Temperatur. Die Formen, deren zur bessern Vertheilung des Windes stets drei vorhanden sein müssen, sind durchaus Wasserformen. In den von

den Herren Flachat und Petiet besuchten Hütten bestand der ganze untere Theil des Tümpels aus hohlem Roheisen, so daß er durch einen Wasserstrom abgekühlt werden konnte. Selbst der Wallstein war hohl, und seine Erhaltung wurde durch dieselben Mittel gesichert. Obwohl diese Einrichtungen für den Tümpel sehr zweckmäßig sind, so sieht man doch den Grund nicht ein, warum die gewöhnliche Einrichtung des Wallsteins verändert worden ist.

Die Roheisenerzeugung mit Anthracit ist noch ein neuer Gewerbszweig in England, und ohne Zweifel hat er noch nicht die Grenze der möglichen Verbesserungen erreicht. Die angeführten Hohöfen geben eine nur geringe Production; um dieselbe zu erhöhen, muß man das Volum des Windes und vielleicht auch seine Pressung und Temperatur vermehren. Auch die Gestalt der Hohöfen scheint der Beschaffenheit des Brennmaterials nicht recht angemessen zu sein; offenbar sind sie zu niedrig.

Ein recht wirksames Gebläse und ein stark erhitzter Wind sind recht wesentliche Bedingungen für diesen Betrieb.

Anwendung eines Gemenges von Coaks und Holzkohle.

Für manche Gegenden ist es, nach den relativen Preisen des Holzes und der Steinkohlen, von Interesse, die Holzkohlen theilweise durch Coaks zu ersetzen. Die ökonomischen Verhältnisse sind für jeden speciellen Fall festzustellen. Auf verschiedenen Hüttenwerken, z. B., zu Rüblingshausen bei Olpe im Siegenschen, auf der Asbacher Hütte, zu Gräfenbach, Rheinbollen, Neuenkirchen und Geislautern im Saarbrück'schen, ferner zu Hayange im franz. Maas- und

zu Torteron und la Guerche im franz. Cher-Departement, bedient man sich eines solchen Gemenges von Coaks und Holzkohlen und wendet dabei einen Wind von mittlerer Pressung an. Der Effect der Coaks ist bei dem Betriebe der Oefen mit einem solchen gemengten Brennmaterial indeß nicht so groß, als wenn die Coaks für sich allein angewendet werden, indem 100 Gewichtstheile Holzkohle etwa durch 150 Gewichtstheile Coaks und 100 Cubikfuß Holzkohle fast durch wenigstens 60 Cubikfuß Coaks ersetzt werden müssen.

Die Stabeisenfabrication.

Man gewinnt das Stab= oder Schmiedeeisen entweder unmittelbar aus den Erzen, oder mittelbar aus Roheisen. Im erstern Fall wird das Erz mittelst Kohle reducirt und die entstandene Verbindung zwischen dieser und Eisen durch Sauerstoff wieder zerstört. Es geschieht dies in niedrigen Oefen mit verhältnißmäßig weiten Schmelzräumen, die man entweder Stücköfen oder Rennfeuer (Rennheerde, Luppenfeuer) nennt, je nachdem die theilweise Reduction schon über, oder vor und unter der Form erfolgt. Neuerlich hat man jedoch auch versucht, Stabeisen aus Erzen in Flammöfen darzustellen. —

Die Rennarbeit ist jetzt nirgends mehr in Deutschland gebräuchlich, und die Darstellung des Stabeisens unmittelbar aus seinen Erzen in Flammöfen, ist bis jetzt nur versuchsweise ausgeführt; aus diesem Grunde übergehen wir auch hier beide.

Der chemische Proceß, oder die Arbeit, welche mit dem Roheisen vorgenommen werden muß, um dasselbe in Stabeisen umzuwandeln, wird Frischproceß oder Frischarbeit genannt. Der Vorgang,

welcher hierbei stattfindet, bestehet in einer Abscheidung der fremden Bestandtheile, welche das Eisen beim Hohofenproceß theils aus den Eisenerzen, theils aus dem Brennmateriale aufgenommen hat, und durch die es hart, spröd, nicht hämmerbar und nicht schweißbar gemacht wird. Die Menge und Art dieser fremden Bestandtheile des Eisens im Roheisen können sehr verschieden sein, und eben dadurch werden die großen Verschiedenheiten im Roheisen herbeigeführt. Die Abscheidung der fremden Bestandtheile durch den Frischproceß gelingt jedoch niemals vollkommen, weil das Eisen die letzten Antheile derselben hartnäckig zurückhält; überdies werden bei dem Frischprocesse selbst wieder mehr oder weniger andere Körper, vorzüglich das hierbei gebildete oxydirte Eisen und die Frischschlacke, mit dem Eisen vermengt, und hierin liegt der Grund der oft sehr verschiedenen Eigenschaften des gefrischten Eisens. Die vollkommene Reinigung des Roheisens ist so schwierig, daß sie selbst den Chemikern in ihren Laboratorien noch nicht gelungen ist, weßhalb wir das vollkommen reine Eisen zur Stunde noch unter die unbekannten Körper zählen müssen.

Der Frischproceß kann auf zwei wesentlich verschiedenen Wegen ausgeführt werden; entweder in den bekannten Frischheerden, Frischfeuern, wo das Eisen in unmittelbare Berührung mit dem Brennmateriale kömmt, oder in den sogenannten Frischöfen, Puddlingöfen oder Puddelöfen, wo nur die Flamme des Brennmaterials zum Eisen Zutritt hat. Die erstere Methode ist die ältere, und in Deutschland jetzt noch die gewöhnliche; die letztere, vor ungefähr 60 Jahren in England erfunden, und dort bereits zu einer erstaunlichen Ausdehnung gebracht, greift gegenwärtig bei uns ebenfalls ziemlich rasch um sich. Eine jede dieser Methoden hat ver-

gleichungsweise mit der andern ihre Vor- und ihre Nachtheile. Aus gutem Roheisen erhält man durch den Heerdfrischproceß ein im Ganzen besseres Stabeisen, als durch den Puddlingproceß, aber aus sehr unreinem Roheisen wird bei letzterem Processe eher ein brauchbares Stabeisen zu erlangen sein, als bei ersterem. Der wesentlichste Vortheil der Puddel- oder Puddlingarbeit besteht aber unstreitig darin, daß man sich hierbei der Steinkohle, des Torfes, der Hohöfen- und der aus schlechten Brennmaterialien erzeugten Gase, als Brennmaterial bedienen kann, während die Heerdfrischarbeit auf den Gebrauch der Holzkohlen und theilweis des Holzes beschränkt ist.

Die Abscheidung der fremden Bestandtheile des Eisens geschieht indessen nicht bloß im Frischheerde oder Frischofen, sondern auch auf mechanische Weise durch ein Auspressen, wodurch die eingemengte Schlacke entfernt, das Eisen dichter gemacht und in die gewünschte Form gebracht werden muß. Zu dieser mechanischen Bearbeitung bieten sich abermals zwei wesentlich verschiedene Mittel dar, der Hammer als das eine, und die Walzen als das andere, wovon ebenfalls ein jedes seine Mängel und seine Vorzüge hat. Zum Auspressen der Schlacke, wie zum Ganzmachen des Eisens, ist im Allgemeinen sicherlich die Wirkungsart des Hammers, zum eigentlichen Formgeben hingegen die schnellere und gleichmäßigere Wirkungsart der Walzen die vorzüglichere. Man mag sich übrigens des einen oder des andern dieser zwei Mittel, oder, wie es häufig geschieht, beider nach einander bedienen, so wird man mit einer einzigen solchen Bearbeitung doch niemals zum Ziele gelangen, sondern es ist stets eine Wiederholung derselben nothwendig, der aber jedesmal eine Erhitzung des zu bearbeitenden Stückes unmittelbar vorausgehen muß.

Diese Erhitzung kann nun wieder nach zwei verschiedenen Arten bewerkstelligt werden, entweder durch den Gebrauch eines Heerdes oder durch die Anwendung eines Flammenofens, wovon wieder einer jeden etwas zu Gute und etwas zur Last kommt, und deren Ausführung nicht minder großen Einfluß auf die Qualität des fertigen Stabeisens hat. In der früheren Zeit hat man sich zum Erhitzen des Eisens ausschließlich der Heerde, wie zur mechainschen Bearbeitung nur der Hämmer bedienet; erst nach Einführung des Flammenfrischprocesses ist man auf den Gebrauch der Flammen-Erhitzungs-, oder Flammen-Schweißöfen und der Walzen gekommen. Aus dieser Ursache pflegt man noch gegenwärtig den Flammenschweißproceß und die Anwendung der Walzen als dem Puddlingprocesse, und den Gebrauch der Ausheizfeuer und Hämmer als dem Heerdfrischprocesse eigenthümlich zu betrachten, obschon sich diese verschiedenen Mittel und Wege auf mannichfaltige Weise verbinden lassen und wirklich verbunden worden sind.

Unter Heerdfrischeisen versteht man dasjenige Stabeisen, welches aus dem Roheisen in den Frischheerden dargestellt wird, und da man sich hierbei als Brennmaterial der Holzkohle bedient, führt dasselbe öfters auch den gleichbedeutenden Namen Holzkohleneisen. Diese Benennungen dienen zur Unterscheidung des so erzeugten Stabeisens von demjenigen, welches durch den Flammenfrisch- oder Puddlingproceß producirt und Puddeleisen genannt wird. Da der Flammenfrischproceß mit Holz oder Torf ebenso gut, als mit Steinkohlen auszuführen ist, so soll man der Benennung Holzkohleneisen nicht den Namen Steinkohleneisen entgegensetzen, wie das zuweilen geschieht. Noch weniger geeignet zur Unterscheidung des Heerdfrischeisens und des

Puddeleisens sind die Benennungen Hammereisen und Walzeneisen, weil sowohl das Heerdfrischeisen, als das Puddeleisen unter Hämmern oder zwischen Walzen bearbeitet werden kann.

Zur vollendeten Darstellung des Heerdfrischeisens gebraucht der Eisenhüttenmann außer dem Frischheerde und dem Ausheizheerde, die meist beide in Einem Feuer vereinigt sind, und dem dazu gehörigen Gebläse, noch Einen oder mehrere Hämmer (von den Walzen hier abgesehen) zur mechanischen Bearbeitung des Eisens. Da diese mechanischen Vorrichtungen bei der ganzen Stabeisenfabrication und auch bei Erzeugung des Rohstahls im Allgemeinen in Anwendung kommen, so wollen wir die Betrachtung derselben in einer eignen Abtheilung zusammenfassen.

Verschiedene Arten des Stabeisens.

Obgleich wir die Eigenschaften des Stabeisens bereits im Allgemeinen am Anfange des Werks kennen gelernt haben, so ist es doch bei den mannichfachen Verwendungen desselben nothwendig, besonders über zwei Eigenschaften desselben, Härte und Festigkeit, noch etwas nähere Erörterungen anzustellen.

Bezüglich der Härte unterscheidet man in der Benennung gewöhnlich nur hartes und weiches Stabeisen, obgleich darin von der härtesten Sorte, welche sich an den weichsten Stahl anschließt, eine ununterbrochene Reihe bis zur weichsten Gattung herab stattfindet. Wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil bemerkt wird, versteht man darunter jene Härte, welche das Stabeisen in der gewöhnlichen Temperatur besitzt, und man weiß dann schon, daß jenes Eisen, welches im kalten Zustande das weichste ist, dieses vergleichungsweise auch in den höhern

Temperaturgraden bleibt; überdies lehrt die Erfahrung, daß das Eisen eine um so höhere Hitze anzunehmen vermag, ohne zu schmelzen, je weicher dasselbe ist. Das weiche Eisen ist daher nicht bloß im kalten Zustande, sondern aus doppelter Ursache auch in der Hitze leichter mechanisch zu bearbeiten, als das harte, weßhalb das erstere für viele Artikel dem letztern vorgezogen wird, obgleich in der fertigen Eisenwaare, mit wenigen Ausnahmen, das harte Eisen dem weichen vorzuziehen sein dürfte. Je nach Umständen wird bald das weiche, bald das harte Stabeisen das gewünschte sein, und der Eisenerzeuger muß demnach beide Sorten mit ihren Zwischengraden darzustellen und zu unterscheiden im Stande sein. Wir kennen leider keinen genauen Maßstab zur Bestimmung des Härtegrades einer fraglichen Eisensorte. In Ermangelung dessen muß man sich mit der vergleichungsweisen Ermittelung des Widerstandes begnügen, den das Eisen im kalten Zustande beim Feilen, Hämmern oder Abbiegen, sowie in der Hitze bei jeder mechanischen Bearbeitung äußert, und dabei berücksichtigen, welchen Hitzgrad dasselbe anzunehmen vermag.

Die Ursache der verschiedenen Härte des Stabeisens ist eine mehrfache, doch vorwaltend wird sie durch die Menge der Kohle bestimmt, welche in dem Eisen enthalten ist. Jemehr Kohle das Eisen enthält, desto härter ist dasselbe, wird bei mehr Kohlengehalt zum Stahl, bei noch mehr endlich zum Roheisen. Aber auf diese Härte im kalten Zustande des Eisens hat die Art und Weise, wie dasselbe aus dem erhitzten Zustande in den der gewöhnlichen Temperatur versetzt wurde, großen Einfluß, und zwar um so größern, jemehr Kohle darin enthalten ist, weßhalb diese Verschiedenheit bei dem Stahl mehr

als bei dem Stabeisen hervortritt, worauf sich das allgemein bekannte Härten und Anlassen des Stahles gründen. Man kann sich sogar dieser Verschiedenheiten bedienen, um in zweifelhaften Fällen zu erfahren, ob man's mit weichem oder hartem Eisen, oder Stahl zu thun hat, indem man das fragliche Stück einmal in Glühhitze bringt und dann rasch im Wasser abkühlt, und ein andermal aus der Glühhitze langsam erkalten läßt; dabei wird das rasch und das langsam erkaltete Stück bei weichem Eisen kaum einen merklichen Unterschied in der Härte zeigen; bei hartem Eisen wird der Unterschied schon merklich, und bei dem Stahle endlich sehr auffallend sein, wovon wir bei unsern Erörterungen der Eigenschaften des Stahles mehr sprechen wollen. Ein ähnliches Härten, doch im geringeren Maße, wie das durch plötzlichen, bedeutenden Temperaturwechsel, findet auch dann statt, wenn das Eisen längere Zeit im kalten Zustande gehämmert, gewalzt, überhaupt so kräftig bearbeitet wird, daß die einzelnen Theilchen des Stabes untereinander verschoben werden; dieser Härtezuwachs kann demselben ebenfalls durch Ausglühen wieder benommen werden.

Ohne allen Kohlengehalt ist wohl niemals ein Eisen, wie es auf den Hüttenwerken dargestellt wird. Selbst das weichste Puddeleisen hat noch bei $\frac{1}{10}$ Procent, und unser gewöhnliches Stabeisen, wie es auf den Hammerwerken zu finden ist, hat oft gegen $\frac{5}{10}$ Procent und mehr Kohle in sich; im Stahle trifft man 1 bis $2\frac{1}{2}$ Procent. Außer der Kohle haben aber noch mehrere andere Körper das Vermögen, die Härte des Eisens zu vermehren, worunter das Mangan, ein Metall, das besonders in unseren Eisenerzen und von daher in unseren Eisensorten häufig vorkommt, die wichtigste Rolle spielt; allein dieser Härte-

zuwachs kann durch plötzliches oder langsames Abkühlen des glühenden Stabes nicht beliebig modificirt werden, sondern bleibt sich dabei immer gleich.

Von der Härte des Eisens muß wohl unterschieden werden die Sprödigkeit, zwei ganz verschiedene Eigenschaften, die gleichwohl im gewöhnlichen Leben beim Eisen öfters vermengt werden, weil sie in einer gewissen Verbindung miteinander stehen. Ein und derselbe Eisenstab wird allerdings um so mehr Sprödigkeit besitzen, jemehr ihm durch plötzliches Abkühlen und besonders durch kaltes Bearbeiten Härte ertheilt worden ist; aber zwei verschiedene Stäbe von gleicher Härte können in ihrer Sprödigkeit, oder bei gleichen Graden der Sprödigkeit in ihrer Härte sehr verschieden sein, je nach der Verschiedenheit der Körper oder der Behandlungsweise, denen sie ihre Härte zu verdanken haben. Natürlich ist hierbei die Sprödigkeit immer eine üble Eigenschaft, da sie Brüchigkeit veranlaßt, somit die Festigkeit des Eisens nicht zu leiden scheint, während bei andern Körpern, die ebenfalls die Härte des Eisens vermehren, wie z. B. bei den Erdenmetallen, die Festigkeit desselben sehr vermindert wird, wenigstens in einem viel auffallenderen Grade als beim Mangan. Uebrigens kann in Fällen, wo man vorzugsweise nach der größtmöglichen Härte strebt, ein gewisser Antheil von Erdmetallen dennoch erwünscht sein, worauf wir bei Betrachtung des Stahles zurückkommen werden, da man bei diesem, nicht bei dem Stabeisen, die möglichste Härte suchen wird.

Die Festigkeit des Stabeisens ist sehr verschieden, je nach den verschiedenen fremden Körpern, die dasselbe in sich aufgelöst oder nur eingemengt enthält, und je nach der verschiedenen Behandlung und Bearbeitung, die es in verschiedenen Temperaturgraden erfahren hat. Die Festigkeit kann auf unter-

schiedliche Art und Weise in Anspruch genommen werden, wobei zwar stets die Kraft, mit der die einzelnen Theilchen an einander haften, den Widerstand leisten muß, jedoch wesentliche Verschiedenheiten eintreten können; denn ein Anderes ist es, wenn man einen Stab abreißen, oder ihn abbrechen, oder aber bei geringer Länge zerdrücken will. Diejenige Festigkeit, welche dem Abreißen entgegenwirkt, heißt die absolute Festigkeit, jene, die dem Abbrechen Widerstand leistet, wird die relative oder respective, und die dem Zerdrücken entgegen ist, die rückwirkende Festigkeit genannt. Die rückwirkende Festigkeit ist von allen die größte und kommt bei dem Stabeisen selten in Betracht, da das viel wohlfeilere Roheisen ihr darin voraussteht; die relative Festigkeit ist nebst der Gestalt des Stabes von der absoluten abhängig, und da diese letztere es ist, welche am meisten in Anspruch genommen wird, so soll im Nachfolgenden immer nur diese verstanden sein, wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil angeführt wird.

Zu den fremden Körpern, welche das Stabeisen sehr gewöhnlich in sich aufgelöst enthält, gehören von den nicht metallischen Körpern: Kohle, Schwefel und Phosphor und Silicium (Grundlage der Kieselerde); von den Erdenmetallen: Alumium (Grundlage der Thonerde), Magnium (Grundlage der Bittererde) und Calcium (Grundlage der Kalkerde); von den eigentlichen Metallen: Mangan, Kupfer, Antimon und Arsenik. Die Art des Einflusses und dessen Größe, den diese Körper auf das Stabeisen und namentlich auf dessen Festigkeit haben, richtet sich hauptsächlich nach ihrer Art und Menge; aber jeder derselben ist in dieser Beziehung von den andern verschieden. So z. B. macht $\frac{5}{100}$ Procent Schwefel das Stabeisen schon sehr schlecht und zwar in der Glühhitze, während eine gleiche Menge Phosphor in der Glühhitze gar nicht

und nur in der Kälte einen kaum merklichen Einfluß hat; $\frac{5}{10}$ Procent Mangan haben in allen Temperaturgraden einen kaum zu spürenden Einfluß, wogegen ein Kupfergehalt von dieser Größe das Eisen besonders in der Glühhitze schon bedeutend verschlechtert. Der Kohlegehalt vermehrt die Festigkeit bis zu einer gewissen Grenze, über die hinaus selbe aber wieder vermindert wird; der mittelharte Stahl ist fester als der sehr harte, und um Vieles fester als weiches Eisen. Zu den fremden Körpern, welche das Stabeisen mechanisch eingemengt enthält, sind vorzugsweise nur die Frischschlacke und der Glühspan zu zählen; denn die sogenannten Steinkasen, welche von eingeschlossenen Erdarten herrühren, gehören zu den Seltenheiten.

An jenen Stellen, wo die Festigkeit überwunden wird, entsteht ein Bruch, weßhalb Stabeisen von geringer Festigkeit ein brüchiges Eisen genannt wird. Um jedoch durch die Benennung zugleich anzuzeigen, warum oder in welcher Temperatur die Brüchigkeit erscheint, unterscheidet man rohbrüchiges, faulbrüchiges, rothbrüchiges und kaltbrüchiges Stabeisen, und es ist von Wichtigkeit, jedesmal entscheiden zu können, mit welchen von diesen Brüchigkeiten ein fehlerhaftes Eisen behaftet, und was die Ursache davon ist, damit dem Uebel abgeholfen werden könne.

1. Der Rohbruch äußert sich am auffallendsten in der Schweißhitze, indem rohbrüchiges Eisen schwer zu schweißen ist, sich unter dem Hammer oder zwischen den Walzen stört und nur nach wiederholten Hitzen mit einiger Vorsicht verschweißen läßt. Bei starkem Rohbruch ist die Brüchigkeit übrigens auch in der Glühhitze und in der Kälte bemerkbar, indem das Eisen anfängt Roth- und Kaltbruch zu äußern. Der Rohbruch ist in ein und demselben

Stabeisen gewöhnlich sehr ungleich vertheilt, und die Folge von einer unvollkommenen Frischarbeit, bei der die fremden, schädlichen Bestandtheile ungenügend und ungleich abgeschieden worden sind. Je unreiner das Roheisen, desto schwieriger wird die Aufgabe des Frischprocesses, desto leichter wird der Rohbruch sich einstellen; allein bei nachlässiger, unkundiger und übereilter Frischarbeit kann er selbst bei gutem Roheisen Platz greifen, wie das auf unsern Hämmern leider nicht selten der Fall ist. Will man aus unreinem, mit Erdentheilen überladenem Roheisen hartes Stabeisen darstellen, so ist der Rohbruch selbst bei fleißiger Frischarbeit kaum zu vermeiden, weil bei der geringen Abscheidung des Kohlenstoffes von den vielen Erdbasen ebenfalls nur wenig fortgeschafft werden kann; in einem solchen Falle ist der Frischer zu entschuldigen, und man soll sich mit derartigem Eisen nicht auf die Erzeugung eines harten Stabeisens, noch weniger auf die Stahlproduction einlassen. Ist man zweifelhaft, ob man's wirklich mit Rohbruch zu thun hat, und ob man diesfalls dem Frischer etwas zur Last legen darf, so braucht man nur den fraglichen Stab ein Paar Mal übereinander zu legen, saftige Schweißhitzen zu geben, und ihn wieder auszurecken, wodurch allenfallsige Mängel in der Frischarbeit verbessert werden; bleibt das Eisen aber nach dieser Operation brüchig wie früher, so liegt der Fehler im Roheisen. Der Rohbruch wird am öftesten mit Rothbruch verwechselt, ist von diesem jedoch leicht zu unterscheiden, wie unten folgt. Er kommt bei unserm in Frischheerden erzeugten Stabeisen viel öfter vor, als bei dem Puddeleisen, und es kann deßhalb aus unreinem Roheisen durch die Puddlingsarbeit viel leichter ein brauchbares Stabeisen dargestellt werden, als nach unserer üblichen Heerdfrischarbeit.

2) Der Faulbruch tritt am meisten bei dem weichen Eisen, insbesondere bei dem weichen Puddeleisen, auf und macht sich durch eine geringe Festigkeit im kalten Zustande, wie durch einen unvollkommenen Zusammenhang bei der Verarbeitung zu feinen Dimensionen im glühenden Zustande des Eisens leicht kenntlich. Die Ursache des Faulbruches sind mechanisch eingemengte Schlacken- und Glühspan-Theile, die man bisweilen an der frischen Bruchfläche deutlich erkennen kann; in der Regel jedoch ist die Mengung so innig, daß die eingemengten Theile nur an der dunklen, glanzlosen Farbe der Bruchfläche wahrzunehmen sind. Durch die eingemengten Körper wird der Zusammenhang der einzelnen Eisentheilchen unter einander gestört und so die geringe Festigkeit herbeigeführt. Offenbar ist an diesem Fehler das Roheisen völlig schuldlos, da die schädliche Beimengung selbst erst ein Product der Frischarbeit ist; indessen können andere Bestandtheile des Roheisens doch indirecten Einfluß darauf nehmen, indem sie die Abscheidung der Frischschlacke vom Eisen, bei dem Frischprocesse und der mechanischen Bearbeitung des erhitzten Eisens, mehr oder weniger befördern oder erleichtern. So z. B. veranlaßt ein beträchtlicher Mangangehalt des Roheisens, unter übrigens gleichen Umständen, ein strengflüssigeres Stabeisen und leicht- und dünnflüssige Frischschlacke, wodurch die Abscheidung der letztern wesentlich befördert und erleichtert wird. Auf unseren Hämmern ist der Faulbruch am ehesten unter jenem Eisen zu treffen, das man aus den Böckeln (Luppen) der Ausheitzfeuer erhält, wo gar kein Roheisen eingeschmolzen wird. Auch das häutige und haderige Eisen muß größtentheils hierher gezählt werden und ist in der Regel Folge einer fehlerhaften Frischarbeit.

3) Der Rothbruch ist am kenntlichsten bei

der mechanischen Bearbeitung in der Rothglühhitze, daher seine Benennung. Wenn er in geringem Maße vorhanden, läßt sich das Stabeisen, besonders das weiche, gut schweißen und gut bearbeiten, so lange sich der Stab in höherer Glühhitze befindet, und ebenso ist dieses Eisen in der Kälte oft ein sehr gutes, zähes Eisen; allein in der Rothglühhitze bearbeitet, bekömmt dasselbe eine Menge Kantenrisse, die in dem Verhältniß an Größe zunehmen, als der Rothbruch zunimmt und das Eisen in dünnere Stäbe ausgereckt wird; beim Abbiegen oder Lochen eines solchen Stabes im rothglühenden Zustande geschieht es oft, daß derselbe beinahe oder ganz abbricht. Nimmt diese Unart des Stabeisens jedoch in einem höhern Grade überhand, so kann dasselbe im kalten Zustande an den nicht angesprungenen Stellen zwar noch Zähigkeit besitzen, allein die Schweißbarkeit hat sich dann ebenfalls merklich vermindert, und zwar um so mehr, je härter das Eisen ist. Man bemerkt bei der Verarbeitung des rothbrüchigen Stabeisens in der Glühhitze fast bei jedem Schlage das Abfallen von groben, dicken Funken, während diese Funken beim rohbrüchigen Eisen auffallend feiner sind. Die Ursache des Rothbruches ist gewöhnlich ein Schwefelgehalt, bisweilen ein Kupfergehalt. Er ist bei dem aus Waldeisen erzeugten Stabeisen nicht sehr selten und fehlt bei dem englischen Puddeleisen fast gar nie. Wird ein rothbrüchiges Eisen mehrmals übergebogen, neuerdings in saftige Schweißhitze versetzt und sodann wieder ausgereckt, so ist kaum eine Verminderung der Brüchigkeit zu bemerken, wodurch sich Rohbruch und Rothbruch am sichersten unterscheiden lassen. Natürlich muß dem Uebel des Rothbruches, das meist in einem Gehalte an Schwefel oder Kupfer begründet ist, schon beim Roheisen abgeholfen werden, weil die Abscheidung des Schwefels bei dem

Frischprocesse nur in geringem Maße und mit vielen Unkosten bewerkstelligt werden kann; kupferhaltige Eisenerze sollten möglichst zur Erzeugung des Guß-Roheisens verwendet werden.

4) Der Kaltbruch macht sich in der gewöhnlichen Temperatur kenntlich, indem kaltbrüchige Eisenstäbe gut schweißen, sich in höherer Temperatur gut bearbeiten lassen, in der Kälte aber schon bei leichten Schlägen abspringen. Die vorzüglichste Ursache des Kaltbruches ist ein Phosphorgehalt, der manchen Eisenerzen eigenthümlich ist, bei uns jedoch selten vorkömmt. Außerdem veranlassen auch Antimon und Arsenik ein kaltbrüchiges Eisen, deren Vorhandensein sich aber schon in der Weißglühhitze durch das Ausstoßen eines graulichen Dampfes zu erkennen giebt. Eine weitere Ursache des Kaltbruches ist das überhitzte oder verbrannte Eisen, welches bei trocknen und anhaltenden Hitzen leicht gebildet wird, und sich von dem phosphorhaltigen Eisen dadurch bestimmt unterscheiden läßt, daß ein kaltbrüchiger Stab, mehrmals übergebogen, in eine saftige Schweißhitze gebracht und neuerdings ausgereckt, seinen Kaltbruch verliert, wenn derselbe in verbranntem Eisen begründet ist, ihn aber behält, wenn er von einem Phosphorgehalte abstammt; zu einer geringen Glühhitze gebracht, zeigt sich das verbrannte Eisen mürbe, während das phosphorhaltige sich gut bearbeiten läßt. Ein beträchtlicher Gehalt an Erdbasen, sowie auch an Silicium, veranlaßt gleichfalls ein kaltbrüchiges Eisen, das dann aber auch in jeder andern Temperatur mehr brüchig sich verhält. Endlich kann der Kaltbruch noch darin begründet sein, wenn ein Stab in der Kälte viel mechanisch bearbeitet worden ist, wodurch er hart und spröd, durch gelinde Hitze jedoch wieder weich und zähe gemacht wird. Dem von einem unreinen Roh-

eisen stammenden Kaltbruche muß beim Hohofenproceß, und wenn dies nicht thunlich ist, kann dadurch am besten abgeholfen werden, daß man das Roheisen vor dem eigentlichen Frischprocesse durch ein oxydirendes Umschmelzen raffinirt, oder hart zerrennt.

Die Festigkeit des Eisens kann, je nach der verschiedenen Behandlung und Bearbeitung, die es in verschiedenen Temperaturgraden erfahren hat, gleichfalls sehr verschieden modificirt werden. Ein Beispiel der Art haben wir so eben in der kalten Bearbeitung der Eisenstäbe kennen gelernt; durch die darauf folgende Erhitzung wird dem Stabe zwar seine Kaltbrüchigkeit und Härte benommen, allein seine Tragkraft um so mehr vermindert, je mehr man ihn erhitzt, ohne darauf wieder mechanisch zu bearbeiten, wovon die Ursache wahrscheinlich darin liegt, daß die einzelnen Theilchen durch die Hitze ausgedehnt werden und sich bei der darauf folgenden Erkaltung nicht mehr zur vorigen Dichtheit zusammenziehen; daher leidet die Festigkeit auch, wenn man einen erhitzten Stab, statt langsam, rasch, oder durch Eintauchen in Wasser erkaltet, wobei die gleichmäßige Zusammenziehung zur vorigen Dichtheit um so weniger erfolgen kann. Eine wesentliche Vermehrung der Festigkeit erhält das Eisen durch die mechanische Bearbeitung; je feiner es ausgearbeitet wird, desto größer wird vergleichungsweise die Festigkeit. So z. B. wird dasselbe Eisen in Gestalt von feinen Drähten das Doppelte und mehr von demjenigen Gewichte tragen können, welches in groben Stäben zu dessen Zerreißung hinreichend gewesen ist.

So wie es von Wichtigkeit für den Frischhüttenbesitzer oder Vorsteher ist, jede Unart des erzeugten Stabeisens richtig zu erkennen, um darnach die richtigen Abhülfsmittel ergreifen zu können, eben so wich-

tig ist es für den Consumenten des Stabeisens, dessen Beschaffenheit in den fertigen Stäben zu ermitteln, um sich nicht unbedingt auf das oft betrügliche Werkszeichen verlassen zu müssen. Es ist wirlich auffallend und vielleicht bei keinem andern allgemein benützten Artikel in dem Maße der Fall wie bei dem Eisen, daß die Käufer der Waare (in der Mehrzahl) mit gänzlicher Nichtachtung der Qualität zu Werke gehen. Dieserwegen wollen wir den Untersuchungen der Qualität in den fertigen Eisenstäben einen eigenen Abschnitt geben, und es ist kaum nöthig zu erwähnen, daß man auf den Frischhütten selbst diese Untersuchungen vornehmen soll, wenn man anders den Credit des Werkes schaffen oder bewahren will. Diese Untersuchungen sollen sich erstrecken: 1. bei jedem einzelnen Stab auf das äußere Ansehen desselben, allenfalls verbunden mit der Wurf- oder Schlagprobe; 2. bei mehreren Stäben einer größern Quantität auf das Verhalten beim Biegen bis zum Brechen und das Bruchansehen; und 3. in zweifelhaften Fällen auf die heiße und bisweilen auf die Aetzprobe.

1. Das äußere Ansehen eines tadellosen Eisenstabes muß durchaus rein, gleich dicht, scharfkantig und ohne Quer-, Kanten- oder Längenrisse sein. Besonders achten muß man auf das Aussehen der Enden, und wenn es ein gehämmerter Stab ist, auf den mittlern Theil desselben, wo bei längern Stäben der sogenannte Wechsel in der Erhitzung und Ausschmiedung stattfindet; sind diese Stellen vollkommen gesund, so ist an den andern wenig zu besorgen. Um bei wichtigen Fällen in der Qualität sicher zn sein, sollten die Käufer, anstatt wie gewöhnlich abgehauene Enden, vielmehr das Daranlassen des Schopfes an den Stäben fordern. Je schwächer, besonders je dünner, der Stab bei gleicher äußerer Güte ist, desto weniger hat man von Rohbruch, Verbranntheit oder

Rothbruch zu besorgen; schon ein geringer Grad dieser Fehler giebt sich bei dünnen Stäben in Kantenrissen zu erkennen. Unganze Stellen, Schuppen, rauhe Flächen und Längenrisse beweisen ein durch oxydirtes Eisen verunreinigtes Product, ebenso die Aschenflecke, welche durch eingedrückten Glühspan herbeigeführt werden. Ist die äußere Fläche gut, dabei aber spiegelnd blank, so ist der Stab bei verschwundener Glühhitze noch mit benäßten Bahnen überhämmert worden, wodurch er mehr Härte und Sprödigkeit zeigt, als ihm seiner innern Beschaffenheit nach zukommt; zu kalt gewalzte Stäbe erhalten eine unansehnliche rothe Farbe von eingedrücktem feinen Glühspan. Hat man Verdacht gegen Kaltbruch, so lasse man die Stäbe von einer nicht zu geringen Höhe flach auf eine harte Unterlage fallen, oder werfe sie mit Gewalt darauf, oder schlage damit auf eine harte Kante. — Ein oft recht brauchbares Mittel zur Untersuchung gewährt die Feile, welche bei weichem Eisen einen tiefen Einschnitt und langen Span giebt, bei hartem weniger tief greift und einen kurzen Span, bei kaltbrüchigem endlich einen kurzen, rauhen, sehr weißen Span zieht.

Diese einfachen Untersuchungen nach dem äußern Ansehen gewähren demnach schon sehr viel Aufschluß und werden deßwegen auf den vorzüglichsten Eisenhämmern in Schweden, Steiermark und andern Ländern, wo man auf den Werkscredit sieht, von Seite des Werksbeamten mit jedem Stab vorgenommen, bevor die Waare abgesandt wird, und jeder Käufer sollte sie in seinem eigenen Interesse vornehmen.

2. In allen wichtigern Fällen sollen öfters Biegungsproben vorgenommen werden, die auf den schwedischen Hütten in folgender Weise ausgeführt werden. Man stellt sich zu dem Ende auf einem freien Platze, etwas vom Boden erhöht, eine offene Schavotte, oder ein anderes großes Eisenstück mit einem etliche Zoll breiten und tiefen Einschnitt, oder befestigt eine höl-

zerne Säule mit einer ähnlichen, mit Eisen beschlagenen Durchbrechung, in der das eine Ende eines Eisenstabes mit entsprechenden Zulagen und Keilen fest eingespannt werden kann. Hierauf wird der freie Theil des eingespannten Stabes durch die zwei Hülsen eines eisernen Hebels gesteckt und darin mit Keilen so befestigt, daß der zu biegende Stab zwischen dem Hebelende und der festen Einspannung drei Zoll frei bleibt, wie Fig. 72, Taf. VI. zeigt. Die dem Biegen unterworfenen Stäbe sind gewöhnlich zwei Zoll breit und fünfachtel Zoll dick, und das Biegen selbst vollziehen 3 bis 4 Mann, die an den Hebel treten und so den Stab einmal links, dann rechts, und so fort, stets unter einem rechten Winkel abbiegen, bis der Bruch erfolgt. Das harte Eisen knistert und zittert bei diesem Biegen, das weiche aber verhält sich lautlos dabei und kann mit geringerer Kraft gebogen werden. Sehr gutes, von allen Unarten freies Eisen hält bei 15 und mehr solchen Biegungen unter zweimal 90 oder 180 Graden aus; das kaltbrüchige, faulbrüchige, oder rohbrüchige Eisen bricht nach der Größe seines Fehlers verhältnißmäßig früher, bisweilen schon bei dem ersten Zurückbiegen, und wenn es sehr schlecht ist, sogar schon bei der ersten Abbiegung. Die Anzahl der Biegungen giebt demnach ein scharfes Maß der Fehler des Eisens, die man schon aus dem äußern Ansehen ihrer Art nach erkannt haben wird.

Die Bruchfläche, welche man bei diesem langsamen Abbiegen erhält, ist fast immer faserig, und durch die wiederholten gegenseitigen Verschiebungen der Fasern ganz verrieben aussehend. Um demnach zur Beurtheilung eine reine Bruchfläche zu erhalten, haue man den Stab einige Zoll hinter der erlittenen Biegung mit einem scharfen Meißel bei zwei Linien ein und breche ihn sodann an dieser Stelle ab, was nun ziemlich leicht erfolgt. Bricht hierbei der Stab glatt

ab und ist der Bruch weiß, grobkörnig bis blättrig und stark glänzend, so ist das Eisen kaltbrüchig, wenn die weiße Farbe ins Bläuliche, oder verbrannt, wenn dieselbe ins Gelbliche spielt, Ist der Bruch lichtgrau und feinkörnig, so ist das Eisen hart; ist er dunkelgrau, mattglänzend, kurz- und dickfaserig, so gehört er faulbrüchigem Eisen an; ist die Faser aber fein, lang und licht, so beweis't es ein weiches Eisen. Ist der Bruch ungleich, dunkel oder licht, körnig und sehnig, so ist das Eisen rohbrüchig; indessen beweisen ungleiche Bruchstellen nicht immer ein ungleiches Eisen; denn die rascher gebrochenen Stellen werden immer mehr körnig, die langsam gerissenen hingegen mehr faserig sein, wenn gleich das Eisen vollkommen gleichartig war, worüber das Verhalten beim Biegen selbst Aufschluß geben muß. Durch kaltes Ueberhämmern brüchig gewordenes Eisen unterscheidet sich von dem eigentlichen kaltbrüchigen Eisen dadurch im Bruche, daß es kein weißes, grobes, starkglänzendes, sondern ein kleines, gedrängtes, grauglänzendes Korn zeigt; noch bestimmter unterscheidet es sich von dem faulbrüchigen Eisen, welches nicht körnig, sondern kurz- und dickfaserig, dunkel und glanzlos aussieht. Man kann daher im Allgemeinen sagen, daß am frischen Bruche dunkle Farben und starker Glanz, oder lichte Farben und wenig Glanz, ein gutes Eisen beweisen; und je härter das Eisen ist, desto später wird es bei der mechanischen Bearbeitung aus der ursprünglichen stets körnigen Textur in ein faseriges Gefüge übergehen, wobei die Fasern nach jener Richtung liegen, in der das Ausrecken geschehen ist, und um so feiner und schöner zu sein pflegen, je später sie entstanden sind.

3. Bei den Proben, die man im kalten Zustande des Eisens vornimmt, kann man höchstens über einen geringen Grad des Rothbruches zweifelhaft bleiben,

wenn die Stäbe in nicht sehr feinen Dimensionen ausgearbeitet sind. In diesem Falle verschafft man sich am schnellsten Sicherheit durch die heiße Probe, indem man den Stab zwischen den Kohlen eines Schmiedefeuers in höhere Glühhitze versetzt und dann unter dem Hammer fletschen, biegen und lochen läßt; entstehen hierbei keine Risse oder Sprünge, so lange das Eisen noch etwas glühend erscheint, so ist es nicht rothbrüchig.

Um sich von der Gleich- oder Ungleichartigkeit eines Stabes zu überzeugen, kann man dessen blankgemachte Oberfläche mit einer sehr verdünnten Säure ätzen, wobei die härtern Stellen früher dunkel werden, als die weichen, ein ungleich harter Stab somit ein geflecktes Aussehen bekommt. Anstatt des Aetzens kann man den blanken Stab auch langsam gleichmäßig erhitzen, wobei die härtern Stellen früher mit Farben überlaufen, als die weichen. Doch für die gewöhnliche Verwendung des Stabeisens wird man hiervon nicht leicht eine Anwendung machen, da sich auffallende Ungleichheiten schon im Biegen und Bruchansehen unbezweifelt zu erkennen geben.

Vorrichtungen, um dem Stabeisen die äußere Gestalt zu geben.

Wir bemerkten schon weiter oben, daß das Zusammenschlagen der Stabeisenmasse, das Zertheilen derselben zu Kolben und das Ausrecken der letztern zu Stäben, bei den Heerdfrischprocessen größtentheils unter großen Hämmern bewirkt werde, sowie bei dem Puddelfrischen das Ausrecken der Stäbe durch Walzwerke geschehe, da die Arbeit mit denselben weit rascher gehe. Wir bemerkten endlich, daß man auch häufig gemischte Verfahrungsarten antreffe, indem man sich zum ersten Zusammenschlagen der gefrischten Eisen-

masse und zum Zertheilen derselben zu Kolben der Hämmer, zu der weitern Bearbeitung der Kolben aber der Walzen bediene. Wir betrachten daher hier sowohl die Hammer-, als auch die Walzwerke.

Hammerwerke.

Nach der Art, wie die Hämmer durch die an den Hebekränzen befindlichen Hebedaumen oder Hebelatten in die Höhe gehoben werden, unterscheidet man drei verschiedene Arten von Hämmern, nämlich Aufwerfhämmer, Schwanzhämmer und Stirnhämmer. — Neuerlich ist noch eine vierte Art hinzugekommen, nämlich die sogen. Dampfhämmer. Bei denselben ist keine Welle mit Hebearmen vorhanden, sondern der gewichtige Hammer ohne Stiel wird, ähnlich einem Fallkloß, in einem Rahmen dadurch aufgehoben, daß der darüber befindliche Dampfcylinder mit seiner Kolbenstange unmittelbar den Hub bewerkstelligt. So sehr diese Vorrichtung für viele Zwecke, besonders bei Anfertigung großer Zeug- und Maschinenstücke, gerühmt wird, indem die Höhe und Schnelligkeit des Hubes mit Leichtigkeit in jedem Augenblicke geändert werden kann und der Raum um den Amboß völlig frei ist, so darf man doch kaum erwarten, daß dieser Hammer bei der Stabeisenfabrication, zum Zängen der Luppen oder zum Ausschmieden der Stäbe, allgemeine Anwendung finden werde. Dasselbe ist mit den sogenannten Quetschmaschinen oder Schlakkenpressen der Fall, die wir weiter unten kurz betrachten wollen.

Die Hebeeinrichtung des Hammers mag sein, welche sie will, so besteht der Mechanismus des Schmiedens doch immer darin, daß das zu schmiedende Eisen auf einen Amboß gelegt und durch die wieder-

holten Schläge des auf den Amboß fallenden Hammers zusammengedrückt und ausgedehnt wird. Der Amboß ist gewöhnlich von Gußeisen, der Hammer aber aus geschiedetem Eisen angefertigt und hat eine verstählte Bahn.

Die Hammergerüste oder die Vorrichtungen, in denen die Hämmer liegen und bewegt werden, haben nach der Beschaffenheit der Hämmer selbst eine verschiedene Beschaffenheit.

Die Aufwerfhämmer sind als einarmige Hebel anzusehen, bei denen die Last der Hammer ist, und die Kraft an einem Punct des Hebels zwischen der Last und dem Ruhe- oder Drehungspunct des Hebels wirkt. Wenn die ganze Länge des Hebelarms oder des Hammerhelms in drei Theile getheilt wird, so läßt man die Kraft, oder die Daumen — Frösche — des Hebelkranzes gewöhnlich auf den dritten Theil der Länge des Helms, vom Hammer an gerechnet, angreifen. Je näher der Angriffspunct dem Hammer ist, desto geringer wird die zu überwindende Last, aber auch desto geringer die Hubhöhe des Hammers, folglich desto geringer seine Wirksamkeit sein. Die Hubhöhe des Hammers, oder die größte Entfernung der Amboßbahn von der Hammerbahn, beträgt zwischen 25 und 30 Zoll, und um so viel muß der Hammer durch die Frösche des Hebekranzes gehoben werden. Je näher sich der Angriffspunct der Frösche oder der Daumen des Hebekranzes an dem Ruhepunct des Helmes befindet, desto kürzer können die Daumen sein, um eine gleiche Hubhöhe hervorzubringen. Durch die kürzeren Daumen wird zwar der Hebel an der Wasserradwelle ebenfalls verkürzt, folglich die vom Wasserrade zu überwindende Last vermindert; allein in demselben Verhältnisse wächs't die Last, welche die Daumen zum Heben des Hammers

zu überwinden haben. Die vom Wasserrade bewegten Daumen sind nämlich als Hebelarme anzusehen, welche zu einem zweiarmigen Hebel gehören, dessen Ruhepunct die Achse des Rades oder der Welle ist. Je kleiner daher der Arm, an welchem die Last wirkt, im Vergleich gegen den zweiten Arm, an welchem die Kraft wirksam ist, sein kann, desto weniger Last würde das Wasserrad zu überwinden haben, wenn der Arm dieses zweiarmigen Hebels nicht wieder auf einen einarmigen Hebel wirken müßte, dessen Last um so schwerer zu überwinden ist, je näher die Kraft an seinem Umdrehungspunct wirkt. Deßhalb macht man die Hebelarme an der Wasserradwelle lieber etwas länger, um dieselbe Hubhöhe herauszubringen, wenn der Angriffspunct am Helme mehr nach dem Hammer zu gerückt wird.

Den Ruhe- oder Drehungspunct des Hammerhelms bildet die sogen. Hülse, durch welche der Helm gesteckt ist. Die Hülse wird mit ihren beiden Zapfen in die für sie bestimmten Zapfenlager eingekeilt, so daß sie sich nicht verrücken kann, sondern bloß die auf- und niedergehende Bewegung des Hammers zuläßt. Es ist einleuchtend, daß der Hammerhelm der Wasserradwelle so nahe als möglich liegen muß, um den durch die Frösche des Hebekranzes gebildeten Hebel nicht unnöthig zu verlängern. Deßhalb muß auch der der Wasserradwelle zugekehrte Zapfen der Hülse so kurz als möglich sein.

Die Hubhöhe des Hammers wird durch den Reitel, nämlich durch ein Stück Holz, gegen welches der Kopf des Hammers schlägt, wenn er seine größte Höhe erreicht hat, bestimmt. Dies Anschlagen gegen den Reitel ist nothwendig, theils weil der Hammer bei einem sehr raschen Gange des Wasserrades zu hoch in die Höhe geschnellt werden könnte, und erst wieder niederfallen würde, wenn der folgende Hebe-

daumen den Helm schon wieder ergreift, wodurch der Hammer gefangen werden würde und gar nicht auf den Amboß niederfallen könnte; theils damit er durch die Elasticität des Reitels eine neue Schnellkraft erhalte und mit desto größerer Kraft auf den Amboß schlage. Reitel und Helm müssen daher auch aus dem besten Rothbuchenholz (oder in Ermangelung desselben aus gutem Birkenholz) angefertigt, und der Helm durch ein eisernes Blech gegen die zu starke Abnutzung von den Fröschen des Hebekranzes geschützt werden.

Ein gewöhnliches hölzernes Hammergerüst zu einem Aufwerfhammer besteht daher nothwendig aus zwei Säulen, zwischen denen sich die Hülse des Hammers bewegt, und aus zwei hinter einander stehenden Säulen, durch welche der Reitel gesteckt ist. Durch das beständige Heben des Hammers und durch das starke Anschlagen gegen den Reitel würden die verschiedenen Säulen aber auch bei der stärksten Grundbefestigung bald locker werden, weshalb man sie durch ein großes schweres Stück Holz — den sogenannten Drahmbaum — mit welchem die Säulen in Verbindung gesetzt sind — niederdrückt. Der Drahmbaum ruht auf drei Säulen, von denen die eine, dem Wasserrade zunächst gelegene, die Drahmsäule, die zweite die Reitelsäule und die dritte die Hüttensäule heißt. Durch die Drahm- und Reitelsäule wird zugleich der Reitel in der gehörigen Höhe festgekeilt. Die Säulen, zwischen denen sich die Hülse bewegt, sind mit dem Drahmbaum verbunden, und stehen zu beiden Seiten der Reitelsäule, jedoch so, daß diese die drehende Bewegung der Hülse nicht hindert. Man nennt sie Büchsensäulen, weil sie in der Höhe, in welcher der Hammer, oder vielmehr die Hülse desselben eingelegt wird, eine Vertiefung haben, in welche gegossene eiserne Büchsen, nämlich vertiefte, halb-

kugelförmige Zapfenlager, in welchen sich die Zapfen der Hülse bewegen, eingekeilt werden.

Im Zustande der Ruhe muß der Helm des Hammers vollkommen horizontal liegen, wonach sich also, bei einer gegebenen Höhe des Ambosses und des Hammers, die Höhe richten muß, in welcher die Büchsen in den Büchsensäulen eingekeilt werden.

Die Hammerbahn liegt nicht parallel mit der Welle, auf welcher sich der Hebelkranz befindet, sondern der Hammer ist etwas schief auf dem Helm festgekeilt, damit beim Schmieden langer Stäbe diese nicht von den Fröschen ergriffen werden. Ganz correspondirend mit der Hammerbahn muß natürlich auch die Lage der Amboßbahn sein.

Dem Amboß muß eine feste Unterlage gegeben werden, damit er den Schlägen des Hammers nicht nachgebe. Wo das Terrain nicht felsig und nicht fest genug ist, wird ein sogenannter Hammer- oder Amboßstock, welcher 6 bis 7 Fuß lang und 3 bis 4 Fuß im Durchmesser stark ist, auf ein eingerammtes Pfahlwerk gestellt, so daß er nur 19 Zoll über der Hüttensohle hervorragt. In dem Hammerstock wird oben eine eiserne Chavotte, oder ein Gehäuse für den Amboß, befestigt und in der Chavotte der Amboß selbst festgekeilt. Durch diese Einrichtung kann man der Amboßbahn jede beliebige Richtung geben, und dem Amboß zugleich völlige Unverrückbarkeit mittheilen. Die früher gebräuchlich gewesenen elastischen Hammerstöcke sind jetzt wegen ihrer Kostbarkeit, und weil die Amboßbahn dadurch zu oft verrückt wird, allgemein verworfen.

Die hier erwähnte ist eine ziemlich allgemein gebräuchliche Einrichtung der hölzernen Aufwerfhammergerüste. Man hat jedoch verschiedene Abänderungen eingeführt, die meistens dahin führen, das viele und sehr starke Holz, welches zu einem Hammergerüst

erforderlich ist, durch Eisen, namentlich durch Guß-eisen, zu ersetzen. Man hat daher theilweise und auch gänzlich eiserne Hammergerüste.

Wir beschreiben hier mit Hülfe von Fig. 73 und 74, Taf. VI., ein im nördlichen Deutschland, besonders aber in Schlesien, häufig angewendetes guß-eisernes Aufwerfhammergerüst, und zwar ist Fig. 73 eine Seiten- und Fig. 74 eine Vorderansicht.

Die beiden gußeisernen Gerüstsäulen **A** und **B**, sowie die beiden gußeisernen Büchsensäulen **C** und **D**, erhalten ihre feste Stellung durch einen, mehrere Fuß unter der Hüttensohle, auf vier Schwellen **a** ruhenden, gußeisernen Kasten. Die Schwellen sind mit vier starken Pfählen **b** verzapft. Der Kasten besteht aus der Sohlplatte **F**, aus den Seitenplatten **E** und **G** und aus der Deckplatte **H**. **c** sind Löcher für die Schraubenbolzen **d**. In der Mitte der Bodenplatte **F** sind auf derselben zwei längliche, viereckige, kasten-förmige Behälter **e** und **e′** angegossen, welche durch die längs der Bodenplatte fortlaufende Verstärkungs-rippe **F** mit einander verbunden sind; die Längen-wände der Behälter haben außerhalb hervorspringende Verstärkungen **g**. In diese beiden Kästen werden die untern Enden der Gerüstsäulen **A** und **B** eingesetzt und durch eiserne Nägel **f** und **f′**, welche durch die-selben und die Kastenwände gehen, befestigt. Die Rahmen **G** und **E** sind an den Seiten durch die Zapfen **o** und die Schließkeile **p** mit einander ver-bunden.

Die Deckplatte **H** ist, wie die Seitenplatten **G** und **E** und die Grundplatte **F**, rahmenartig, mit of-fenen Füllungen, gegossen und mittelst Zapfen mit den Seitenplatten verbunden. Die Gerüstsäulen **A** und **B** gehen durch zwei kastenartige Oeffnungen **r** und **r′** und sind durch die Schließkeile **f** und **f′** in denselben befestigt. Auch hat die Deckplatte zwei

kastenförmige Behälter u, in denen die Büchsensäulen **C** und **D** stehen, die mit Keilen in denselben befestigt worden sind.

Den vordern Theil des Gerüstkastens wird durch die unten mit Splinten und oben mit Muttern versehenen Schraubenbolzen α noch besonders nach unten hin befestigt, so daß er durch die Schläge des Hammers gegen den Reitel nicht gehoben werden kann.

Durch den Kopf der vordern Gerüstsäule **A**, welcher mit doppelten Schlitzlöchern versehen ist, ist der Reitel **I** mit seinem Sattelholz **k** geführt und durch die beiden starken Keilhölzer **w** befestigt. Die obere Seite des Kopfes von **A** ist mit einer angegossenen starken Platte **y** versehen und dieselbe hat eine Verstärkungsrippe δ. In derselben befinden sich zwei Löcher zur Aufnahme der Büchsensäulen **C** und **D**, welche darin richtig gestellt und festgekeilt worden sind.

Der Kopf der hintern Gerüstsäule **B** ist ebenfalls mit doppelten Schlitzlöchern versehen, in denen das hintere Ende des Reitels und des Sattelholzes durch die Keile **w'** befestigt worden sind.

Die Büchsensäule **C** dient zur richtigen Stellung des Hammers **Q** auf der Amboßbahn **P**, und die Hülse **L** am hintern Ende des Helmes **b'** ruht in Pfannen mit mehrern Löchern, welche in die Verstärkung der beiden Büchsensäulen eingelegt worden sind. Oben haben die letztern Riegellöcher, durch welche gußeiserne Riegel ς gehen und das Heben der Büchsensäulen hindern.

Der auf die eichene Wasserradwelle **q'** mit hölzernen Klötzen **c'** aufgekeilte gußeiserne Daumenkranz **a'** hat 5 Hebedaumen **d'**, auf denen die weißbuchenen Frösche **F'** mittelst der aufgetriebenen geschmiedeten Ringe φ befestigt sind.

Das gußeiserne Angewelle **M**, worin das guß-

eiserne Lager für die Zapfen der Hammerwelle **h'** vertieft eingelassen und festgekeilt ist, steht mit der Fußplatte auf einer die Schwelle **N** bedeckenden eichenen Bohle ψ. Die Schwelle **N** ist auf eingerammten Grundpfählen **p'** aufgezapft.

Der eichene Amboßstock **O** steht 5¼ Fuß tief in der Erde, auf zwei kreuzweise bündig überblatteten Schwellen **s'**, welche auf 5 fest eingerammten Grundpfählen **n'** aufgezapft sind. Die obere Fläche des Amboßstockes ist mit einer gußeisernen Platte **Z'** bedeckt, worin sich eine achteckige Oeffnung befindet, durch welche die gußeiserne achteckige Chavotte **y'** in den Amboßstock eingelassen und festgekeilt wird. Die gußeiserne runde Platte **Z'** erhält einen nach unten 3 Zoll vorspringenden Rand, mit welchem sie die äußere Mantelfläche des Amboßstockes übergreift.

Der Amboß **P** ist so gestellt, daß seine Bahn mit der Achse der Welle einen spitzen Winkel macht; eben diese Richtung erhält auch die Bahn des Hammers **Q**, welcher auf dem Zapfen des Halmes **b'** aufgekeilt ist. Damit die Hammerbahn die ihr angewiesene schräge Lage erhalte, ist der Helmzapfen, woran der Hammer befestigt ist, unter einem spitzen Winkel gegen die Achse des Helms, den letztere angeschnitten.

Die Einrichtung eines Stirnhammers geht aus der Längenansicht Fig. 75, Taf. **VI.** hervor. Auf einem massiven, von Werkstücken aufgeführten Fundament liegt ein hölzernes Sohlwerk, bestehend aus einem oder aus zwei Schichten Langschwellen und 1 oder 2 Schichten Querschwellen, die im Verbande stehen. Darauf ist eine Fußplatte **ii** befestigt, in welche die Chavotte **hh** eingelassen und festgekeilt worden und in deren Vertiefung der Amboß **c** eingelassen ist.

Auf einem besondern Sohlwerk sind die Hülsen-

lagerständer k befestigt. Der gußeiserne Hammer g ist mit seinem Helm c und der Hülse f aus einem Stücke gegossen. Der vordere Theile des Hammers hat eine kegelförmige, senkrecht durch denselben gehende Oeffnung, in welche die für sich bestehende schmiedeeiserne Hammerbahn d mit ihrem ebenfalls conisch geformten Zapfen eingesetzt und mittelst Keilen befestigt ist. — Unten an der Stirn befindet sich eine geschmiedete und gestählte Hubplatte, gegen welche die Daumen b des Wellkranzes a greifen. Das Uebrige wird aus der Abbildung deutlich.

Ein Stirnhammer ist zur Erzielung schnell hinter einander folgender Schläge nicht geeignet und man muß ihm daher zur Erlangung eines starken Schlages, um dadurch einen gehörigen Effect hervorzubringen, ein bedeutendes Gewicht ertheilen; denn die Hubhöhe kann aus mehrern Rücksichten füglich nur bis zu einer Höhe von 2, höchstens 3 Fuß getrieben werden. Deßhalb paßt auch ein Stirnhammer nur zu solchen Zwecken, wo größere Eisenmassen zusammengeschlagen werden sollen, um die eingemengte Schlacke thunlichst zu entfernen, das Eisen dichter zu machen, und ihm eine der weitern Verarbeitung entsprechende Gestalt zu geben; aber zur vollendeten Formertheilung des Stabeisens taugen Stirnhämmer wenig. Sie werden auch nur zum Zängen der Luppen aus den Puddelöfen angewendet, um denselben eine zur weitern Verarbeitung zu Rohschienen mit den Luppenwalzen geeignete Gestalt zu geben.

Die Stirnhämmer machen nur 65 bis 70 Hübe in der Minute. Neuerlich hat man auch die Einrichtung getroffen, 80 bis 120 Ctr. schwere Hämmer dieser Art nicht vorn am Kopfe, sondern durch Hebedaumen von unten, in die Höhe heben zu lassen. Der Amboß wird dadurch von allen Seiten frei. Es sind jedoch solche Hämmer Aufwerfhämmer; die he-

bende Kraft wirkt nahe am Kopfe des Hammers, dessen Hub nur 9 bis 10 Zoll beträgt.

Statt der schweren eisernen Hämmer fängt man jetzt an, sich der sogen. Quetsch= oder Preßwerke zu bedienen, um die Luppen aus den Puddelöfen zusammenzudrücken und ihnen die zum Strecken unter den Walzen zweckmäßige Form zu geben. Es haben diese Apparate eine sehr verschiedenartige Einrichtung, so daß es uns viel zu weit führen würde, wollten wir dieselben hier beschreiben. — Auch sind die Meinungen über ihre Vorzüge und Nachtheile sehr getheilt, indeß verschaffen sie sich immer mehr Eingang, da sie weniger geübte Arbeiter erfordern, und weil sie die Zusammenpressung der Eisenmasse wohl ebenso gut bewirken, als die Hämmer.

Einfacher als die Construction der Aufwerf= und Stirnhämmer ist die der Schwanzhammergerüste. Der Schwanzhammer ist als ein doppelarmiger Hebel anzusehen, dessen einer Arm durch die Hebedaumen niedergedrückt wird, wodurch sich der am andern Ende des Arms befindliche Hammer in die Höhe hebt. Die Schwanzhämmer werden meistentheils zum Ausrecken feinerer Eisensorten, sowie zum Ausschmieden von Zeugarbeiten angewendet; weniger zum Zängen der Luppen und zum Ausschmieden des gewöhnlichen Stabeisens. Nur in den österreichischen Ländern wendet man sie auch zu den letzteren Arbeiten an, und ganz neuerlich hat man auch sehr schwere Schwanzhämmer sowohl zum Zängen, als auch namentlich zum Ausschmieden schwerer Maschinentheile gebraucht.

In Steyermark u. s. w. sind Aufwerfhämmer eine Seltenheit in den Frischhütten; man ist dort der Meinung, es sei eine irrige Ansicht, wenn man dem Schwanzhammer kein größeres Gewicht als 3 bis 3½ Centner geben könne, während man in den

Hammerwerken jener Länder seit mehr als 100 Jahren Schwanzhämmer von 6 bis 7 Centn. Schwere angewendet hat. Zwar erfordert ein Aufwerfhammer, bei gleicher Wirkung mit einem Schwanzhammer, eine etwas geringere Triebkraft, und es leidet der Hammerhelm dabei etwas weniger; allein diese Vortheile werden durch die geringere Dauer des Reitels bei dem Aufwerfen wieder ausgeglichen, und die Anlagekosten eines Schwanzhammergerüstes sind weit geringer, und es gewähren dieselben auch noch den großen Vortheil, von allen Seiten zum Amboß gelangen zu können.

Wir wollen mit Hülfe der Figg. 76 und 77 ein sehr zweckmäßig eingerichtetes Schwanzhammergerüst kennen lernen, sowie es erst vor wenigen Jahren in der Lehrfrischhütte zu Vordernberg in Steyermark angelegt worden ist. Die Einrichtung der Reck- und Zainhämmer ist ähnlich, und wir glauben, eine nähere Beschreibung dieser letzteren übergehen zu können.

Figur 76 ist eine Längenansicht von dem ganzen Hammerwerke; Fig. 77 ein Grundriß desselben. Die Triebkraft ist ein sogenanntes Stockrad mit gekrümmten Schaufeln. Ein solches Rad hat gar keine Arme, sondern die Hammerwelle ist so mit Holz aufgesattelt, daß der Schaufelkranz auf diese Weise mit der Welle verbunden ist. Bei niedrigen Rädern, wie es die Hammerräder gewöhnlich sind, ist eine solche Einrichtung sehr zweckmäßig. Zur besten Benutzung der Wasserkraft wird ein Schuß- oder Kropfgerinne mit Druckgefälle angewendet.

Die Wasserradwelle besteht in den genannten Ländern meist aus Lärchen- oder Tannenstämmen. Die Hebedaumen r bestehen aus Schmiedeeisen und sind an ihren wirkenden Flächen verstählt; sie drücken auf den Schwanzring t, der am Ende des Helm-

schwanzes befestigt ist. Unten stößt der Schwanzring gegen den Prellkloß u, wodurch sowohl ein Fangen des Hammers veranlaßt, als auch der Helm durch das Anprellen mit größerer Kraft und Geschwindigkeit zurückgeschnellt wird. v ist der Hammer, w der Amboß, x der Hammerstock.

Das gußeiserne Hammergerüst besteht aus zwei ganz gleichen Säulen a, und dem dazu gehörigen Verbindungsstücke b. Die Säulenfüße haben einen Schlitz c, durch welchen ein gemeinschaftlicher Querbalken d, der zu beiden Seiten 1½ bis 2 Fuß hervorragt, gelegt wird; auf diesem Querbalken ruht eine sogen. Schwerbrücke e, wozu man runde, etwa 8″ starke Lärchenstämme anwendet, die eine solche Länge haben, daß ihr vorderes Ende bis zum Hammerstock reicht, und das hintere in etwa gleicher Länge mit dem vorderen Ende von dem Gerüste hervorragt. Diese Brückenhölzer werden nach der ganzen Breite zwischen den beiden Gerüststöcken ganz nahe aneinandergelegt. Zwei von diesen Brückenhölzern bestehen aus behauenen stärkeren Hölzern, weil in diese die beiderseitigen Spreitzen ff, Fig. 76, eingelassen sind. Die beiden Säulen a, welche oben durch ein gußeisernes Bogenstück verbunden sind, werden bei g noch mittelst einer schmiedeeisernen Schließe h, die aus zwei gleichen Theilen und einem mittleren Schraubenstücke besteht, zusammengehalten, und greifen unten um die Querbalken d. Ein solches Hammergerüst verursacht nicht allein geringe Anlagekosten, sondern es gewährt auch eine ganz vollkommene Festigkeit. Die Befestigung des gußeisernen Angewelles m auf den Säulen p, welche letztere aus Holz bestehen, geschieht durch Verzapfung und die Säulen werden durch die Schwerbrücke niedergehalten. Jedoch bedarf dies keiner weiteren Erklärung, da es aus den Abbildungen deutlich wird. Ein wesentliches Stück

bei einem solchen Schwanzhammer ist der Hammerhelm, indem diese sehr viel zu leiden haben. Guß- und schmiedeeiserne taugen Nichts, sondern es sind die von Rothbuchenholz die besten.

Das hier über die Einrichtung der Hammergewerke Gesagte ist im Grunde für ein praktisches Werk etwas dürftig; allein der gestattete Raum ist ohnehin schon überschritten, und ohne Abbildungen nach großem Maßstabe läßt sich hier ebenso wenig Vollständiges sagen, als über die Walzwerke, mit denen wir uns nun, freilich ebenfalls nur übersichtlich, beschäftigen wollen. Wir müssen daher auf die in der Vorrede genannten Werke von Karsten, Hartmann, Valerius und Tunner verweisen, und es enthält besonders der Atlas von dem Zweitgenannten eine reiche Auswahl sehr verschiedenartig eingerichteter Hammer- und Walzwerke.

Die Walzwerke, deren man sich zum Ausrecken des Eisens zu Stäben von verschiedenen Formen und Dimensionen, oder zu Blech und grobem Draht bedient, haben sämmtlich eine ähnliche Einrichtung. Jedes Gerüst besteht aus zwei gußeisernen Ständern, die mit den Schrauben und Zapfenlagern und mit zwei oder drei übereinander liegenden Walzen versehen sind. Diese leztern haben runde, flache und quadratische Kaliber, je nach der Sorte des anzufertigenden Eisens, und die zwei oder drei zusammengehörigen Walzen nennt man eine Garnitur. Das Ganze der Walzen und des Gerüstes nennt man ein Walzwerk.

Die Ständer, aus Eisen in einem Stück gegossen, sind je nach dem Durchmesser der Walzen verschieden groß. Sie sind mittels starker Stangen mit Schrauben oder mit Spletten untereinander verbunden, wie man es Fig. 78 und 79 ersieht. Auch sind sie sehr fest mit einem sehr starken Schwellwerk A B und mit

einer großen gußeisernen Platte $\alpha\,\alpha$, einem sogenannten Bett, verbunden, welche letztere ihrerseits selbst wieder an das Schwellwerk oder die Grundplatte geschraubt sind. Diese letztere Einrichtung, die aus den genannten Figuren ebenfalls ersichtlich ist, verdient den Vorzug, weil die Ständer weit mehr Stabilität haben und die Bewegung der Walzen sie nicht erschüttern kann, wie dies der Fall ist, wenn sie unmittelbar mit dem Holze verbunden sind. Es entsteht daraus auch der Vortheil, daß die Ständer mit Leichtigkeit einander genähert oder von einander entfernt werden können, welches unerläßlich ist, wenn die verschiedenen Garnituren nicht gleiche Länge haben. Zuweilen legt man die Walzengerüste auf ein Mauerwerk von Quadersteinen, allein eine Sohle von Holzwerk ist besser, weil die Elasticität des Holzes zum Theil Brüche vermeiden läßt. Um jede Seitenbewegung zu verhindern, ist das Schwellwerk gänzlich von Mauerwerk umgeben. Jedenfalls muß man alles Senken zu vermeiden suchen, indem man die Schwellen auf Mauerwerk legt, welches seinerseits auf einem Rost oder auf Pfählen ruht.

Die Zapfen, um welche sich die Walzen drehen, ruhen in Pfannen von Rothguß und werden seitwärts und oben ebenfalls von Pfannen aus demselben Metall in ihrer Lage erhalten. Jeder Ständer ist mit einer eisernen Druckschraube mit flachen Gängen versehen, die in einer Mutter von Bronze, Messing, oder auch wohl von Zink läuft. Diese Schraube dient dazu, die Walzen aufeinander zu erhalten, wenn ihre Stellung gehörig bestimmt ist.

Es kommen bei der Bereitung des Stabeisens gewöhnlich dreierlei verschiedene Arten von Walzwerksgerüsten in Anwendung, welche sich theils durch ihre Größe und Stärke, theils durch die Beschaffen-

heit der einzulegenden Walzen, nämlich durch die Construction der Kaliber, unterscheiden, welche die Walzen nach ihrer verschiedenen Bestimmung erhalten müssen. Diese drei Arten von Walzgerüsten sind:

Luppen- oder Puddelwalzen,
Grobeisenwalzen und
Feineisenwalzen.

Außerdem werden, zur Darstellung des ganz dünnen, flachen Stabeisens, noch:

Bandeisenwalzen

angewendet, welche indeß hier unberücksichtigt bleiben, weil die Walzen zur Darstellung des Bandeisens, ebenso wie die Walzen zur Blechbereitung, keine Kaliber erhalten, sondern aus harten und glatt abgedrehten Walzen bestehen.

Bei den Luppen- und bei den Grobeisenwalzen werden bis jetzt nur Walzgerüste mit zwei Walzen angewendet, allein beide Arten von Walzwerken bestehen in der Regel aus einem zusammengehörenden Paar, indem in dem einen Gerüste die Streckarbeit, — nämlich die Umgestaltung des rohen Materialeisens zu vierkantigen Stäben, — und in dem zweiten Gerüste die Schlichtarbeit, — nämlich die Bearbeitung der Vierkantstäbe zu den Dimensionen, welche das zur weitern Verarbeitung unter den Grobeisenwalzen (bei den Luppenwalzgerüsten), oder das zum Verkauf und Verbrauch bestimmte Stabeisen (bei den Grobwalzgerüsten) erhalten soll, — vorgenommen wird.

Man hat also Luppenstreckwalzen und Luppenschlichtwalzen, sowie Grobeisenstreckwalzen und Grobeisenschlichtwalzen zu unterscheiden. Das Schlichtwalzwerk wird auch das vollendende, sowie das Streckwalzwerk das vorbereitende genannt. Unter den Schlichtwalzwerken der Grobeisenwalzgerüste erhalten die unter dem Streckwalzwerk

vorbereiteten Quadratstäbe entweder ihr verlangtes Kaliber als Quadratstäbe, oder sie werden darunter zu flachen Stabeisensorten, zu Rundeisen, zu Sechseckeisen u. s. f. ausgezogen. Die Schlichtwalzen der Luppenwalzwerke dienen zur Bereitung des flachen Eisens, welches zerschnitten, zu Paqueten zusammengelegt und demnächst den Streckwalzen der Grobeisenwalzgerüste übergeben wird.

Zu den Feineisenwalzwerken, welche gewöhnlich aus drei übereinanderliegenden Walzen bestehen, wendet man in der Regel solches Materialeisen an, welches von den Streckwalzwerken der Grobeisenwalzwerke kommt, welches daher schon geringere Dimensionen erhalten hat, also mit einer geringern Kraftanwendung durch die Walze geführt werden kann. Die Feineisenwalzwerke bestehen ebenfalls wenigstens aus zwei Walzgerüsten, aus dem Feineisenstreckwerk und dem Feineisenschlichtwerk. Wendet man stärkeres Materialeisen an, so läßt man die Feineisenwalzwerksvorrichtungen auch wohl aus drei Gerüsten bestehen, von denen das erste dann gewissermaßen die Stelle des Grobeisenschlichtwalzwerkes vertritt.

Gewöhnlich enthält ein Gerüst zwei Walzen, wie die Fig. 78 für die Luppen- oder Puddel- und die Fig. 80 für die Grobeisenwalzen zeigt. Fabricirt man aber feinere Eisensorten, so sind (bei den sogen. Feineisenwalzen) drei Walzen übereinander zweckmäßiger, da man die Arbeit beschleunigen muß, um das Eisen in einer einzigen Hitze ausziehen zu können. Eine solche, nur bei kleinen Walzen anwendbare Einrichtung ist in Fig. 84 dargestellt. — Zur Streckarbeit oder zur gröbsten Bearbeitung des Eisens wendet man oft nur ein einziges Walzengerüst an; allein zur Darstellung des Stab- und des feinern Eisens legt man, je nach der Stärke der bewegenden Kraft oder nach den Bedürfnissen der

Fabrication, oft zwei, drei und zuweilen selbst vier Gerüste in einer Reihe nebeneinander und verkuppelt sie. Bei den Grobeisenwalzwerken wird das der bewegenden Kraft zunächst stehende Walzwerk (Streckwalzwerk) zur Vorbereitung, und die folgenden (die Schlichtwalzwerke) werden zur Vollendung des Eisens benutzt.

Neben den Walzgerüsten befinden sich ein paar Getriebe **QQ**, Fig. 78 und 84, in besonderen Ständern mit beweglichen Sätteln. Die Achsen der Getriebe und der correspondirenden Walzen liegen in einer und derselben Linie, und die Verbindung zwischen ihnen stellt man durch kleine Wellen **RR**, die man Kuppelungswellen nennt, und durch Klauen oder Muffen **OO** her. Bei den Gerüsten mit zwei Walzen theilt man die Bewegung mittelst des untern Getriebes mit, bei denen mit drei Walzen ist aber gewöhnlich das mittlere mit der bewegenden Kraft in Verbindung gesetzt werden (Fig. 84). Man wird leicht einsehen, daß bei solchen Einrichtungen jedes Walzenpaar eines Gerüstes eine gegenseitige umgekehrte Bewegung hat. Sowohl die Walzen als auch ihre Zapfen erhitzen sich sehr stark durch die Berührung mit dem glühenden Eisen und durch die Reibung, und es ist daher nothwendig, sie durch Besprengen mit Wasser abzukühlen. Zu dem Ende legt man auf die Ständer eine Rinne (s. Fig. 78), in welcher man einen Strahl frischen Wassers erhält, und von dieser Rinne führen kleine Röhren fortwährend etwas Wasser auf die Zapfen. Zwischen den Ständern sind in der Rinne zuweilen kleine Löcher enthalten, mittelst deren Wasser auf die Walzen gelangt. Durch dieses Besprengen bleiben die Walzen härter und glatter und zerbrechen nicht so leicht; auch wird das Eisen dadurch von dem Oxyd (Hammer-

schlag) befreiet, das sich durch die Berührung mit der Luft darauf gebildet hat.

Es ist unerläßlich, daß alle Theile eines Walzwerks aus sehr gutem Gußeisen dargestellt werden, und besonders muß das zu den Walzen angewendete sehr fest sein, damit wenig Brüche vorfallen. Auch muß das Walzeisen ein möglichst feines Korn haben, damit die Oberfläche der Walzen die Politur besser bewahre, und damit man die arbeitenden Oberflächen nicht so oft zu erneuern brauche. Am besten erreicht man dies durch Gießen des Walzenkörpers in Schalen, wodurch man sogenannte Hartwalzen, wovon wir in der „Metallgießerei," (Bd. 103 des Schauplatzes), S. 226 ꝛc. redeten, erhält. Blech- und Bandeisenwalzen besonders werden auf diese Weise dargestellt, weniger die Kaliberwalzen.

Einrichtung der Walzwerke.

Die Kaliber des Flacheisens greifen gegenseitig in einander ein, wie man auf der Fig. 80 sehen kann; die der Walzen für das runde und quadratische Eisen sind jede zur Hälfte in den beiden aneinander liegenden Walzen eingedreht, wie man in Fig. 78 und 81 sieht. Die Kaliber der Erstern passen nothwendig zusammen, allein dies hört bei den zweiten auf, wenn die eine von den Walzen eine Seitenbewegung macht. Um eine solche Verschiebung zu vermeiden, läßt man die Pfannen gegen die Absätze der Walzen stoßen und keilt die Zapfenlager fest, oder auch man bringt in den Ständern Druckschrauben an, um die Zapfenlager in der beliebigen Lage zu erhalten. Eine solche Einrichtung ist besonders bei den Gerüsten mit drei Walzen, deren Ajüstirung weit schwieriger ist, erforderlich; allein da die Schrauben, aller Vorsicht unerachtet, in Unordnung kom-

men können, so erreichen sie den Zweck nicht vollkommen. Um ein genaues Zusammentreffen der Kaliber für das runde und quadratische Eisen zu erreichen, läßt man in mehreren Hütten die Enden der Walzen so in einander greifen, wie es bei den sogenannten Kaliberwalzen für das Flacheisen der Fall ist, und eine solche Einrichtung ist die einfachste und beste, um den obigen Zweck zu erreichen.

Die Enden der Walzen, sowie die der Verlängerungen, müssen einen Spielraum von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien in den Muffen haben, damit, wenn die Walzen sich wirklich verschieben, nicht sogleich ein Bruch erfolgt; und damit der Bruch, wenn er vorfällt, so wenig als möglich die Walzen, als die theureren Stücke, treffe, wird die Stärke der Muffen so eingerichtet, daß sie eher, als jeder andere Maschinentheil brechen.

Damit die Walzarbeiter die Stäbe in die Kaliber bringen können, ist auf der Seite des Eingangs in die letztern eine Platte angebracht, welche man die Einlaßplatte oder Vorlage a nennt. Sie besteht aus Gußeisen oder aus starkem Blech, je nach der Länge der Walzen und dem Gewichte der zu bearbeitenden Stäbe (Fig. 79). An der Ausgangsseite der Kaliber bringt man eine andere Platte, die Abstreifplatte b genannt, an. Sie hat den Zweck, das Eisen aufzunehmen und zu verhindern, daß es sich um die untere Walze wickele, welches besonders oft bei dünnem Flacheisen der Fall ist. Zu dem Ende ist sie mit Ausschnitten versehen, welche dieselbe Gestalt wie die Kaliber haben und bis dicht an deren Oberfläche herantreten. Bei den Flacheisenwalzen wendet man statt der Abstreifplatten sogenannte Abstreifmeißel an, die in die Einschnitte eintreten und welche weit bequemer als die Platten sind. Bei den aus drei Walzen bestehenden Walzwerken werden

auch an der mittleren Walze Abstreifmeißel angebracht; und obgleich dies nicht allgemein gebräuchlich ist, so ist es doch eine, aller Geschicklichkeit der Arbeiter unerachtet, sehr zweckmäßige Einrichtung zur Verhinderung des Aufwickelns von dem Eisen und zur Vermeidung des Bruchs der Walzen.

Bei der Walzmanipulation mit zwei Walzen nimmt der zweite Walzer den von dem ersten durchgesteckten Stab ab, reicht ihn über die obere Walze dem erstern zurück, der ihn dann in den zweiten Einschnitt steckt. Bei drei Walzen, Fig. 84, läßt der zweite Walzer, nachdem er den durch die untere und mittlere Walze durchgesteckten Stab hingenommen hat, ihn durch die mittlere und obere zurückgehen, worauf er von dem ersten ergriffen wird, der ihn durch ein anderes Kaliber zwischen der untern und mittlern Walze gehen läßt. Das Ende des aus den Walzen hervortretenden Stabes muß daher zu der nöthigen Höhe emporgehoben werden, welches mittelst eines Hebels mit einem Haken durch einen Knaben geschieht. Der auf der Seite des zweiten Walzers befindliche Hebel ist an einer Kette aufgelängt, die über eine Rolle geht, welche um eine eiserne Stange läuft, die längs den Walzen am Gebälk der Hütte angebracht worden ist, so daß sich die Rolle verschieben läßt, je nachdem der Stab durch die verschiedenen Kaliber gesteckt wird.

Die Dimensionen und Geschwindigkeiten der Walzen sind nach den zu fabricirenden Eisensorten verschieden: die erstern sind bei feinern Sorten geringer und die letztern beträchtlicher als bei gröbern. Man bringt auch die Geschwindigkeit mit dem Zustande des Eisens in ein gehöriges Verhältniß. So muß bei den Luppenwalzen das Zusammendrücken etwas langsam erfolgen, damit die Schlacken aus dem Eisen besser entfernt, und die Theilchen

desselben einander genähert und zusammengeschweißt werden. Eine zu bedeutende Geschwindigkeit würde nicht allein ein weniger gereinigtes Eisen geben, sondern es würden auch die noch wenig Zusammenhang zeigenden Stäbe zerrissen werden. Bei den eigentlichen Stabeisenwalzen aber hat, da das Eisen schon gereinigt und seine Cohäsion bedeutender ist, eine größere Geschwindigkeit nichts Nachtheiliges und ist selbst nothwendig, da das Eisen weit rascher erkaltet.

Die Luppenwalzen sind in dem Körper bis 5 Fuß lang und haben einen Durchmesser von 18 bis 19 Zoll. Wenn sie unmittelbar zum Zusammendrücken der aus dem Puddelofen kommenden Ball's angewendet werden, ohne daß dieselben vorher unter dem Hammer gezängt worden sind, so machen sie 16 bis 18 Umgänge in einer Minute; dienen sie dagegen nur zum Auswalzen der schon unter dem Hammer zusammengedrückten Ball's zu Rohschienen, so laufen sie bis 22 oder 24 Mal um. Das Gewicht von einem Paar solcher Walzen beträgt ungefähr 80 bis 90 Centner.

Die Streckwalzen bei den Grobeisenwalzwerken sind 4½ bis 5 Fuß lang und 13 bis 15 Zoll stark. Sie machen 70 bis 80 Umgänge in der Minute, und das Paar wiegt fast 38 Centner. Die Schlichtwalzen der Stabeisenwalzwerke sind 3½ bis 3¾ Fuß lang, 13 bis 15 Zoll stark, haben dieselbe Geschwindigkeit wie die Vorwalzen, und das Paar wiegt 28 bis 30 Centner.

Die Feineisenwalzen sind 2 bis 2¼ Fuß lang, ihr Durchmesser wechselt von 7½ bis 9 Zoll, und eine Garnitur von drei Walzen wiegt ungefähr 12 Centner. Ihre Geschwindigkeit ist sehr verschieden; die geringste beträgt 108 bis 110 Umgänge in der Minute, die gewöhnlichste 120 bis 150 und die größte 200 Umgänge. Geschwindigkeiten von 150 bis 200 Umgängen veranlassen schon häufig Unfälle, und es

ist daher zweckmäßiger, in den Grenzen von 120 bis 130 Umgängen in der Minute zu bleiben.

Die Puddel- und die Streckwalzen dürfen keine geringeren Durchmesser, als die angegebenen, haben; sind sie geringer, so würde das Eisen mehr ausgereckt als zusammengedrückt werden; die Oberfläche würde nach dem Passiren der Streckwalzen schuppig und zerrissen erscheinen, und diese Fehler würden sich auf die vollendeten Stäbe übertragen.

Die Durchmesser der Walzen für quadratisches und rundes Eisen sind für die obere und untere gewöhnlich nicht gleich; man vergrößert den Durchmesser der obern ein Wenig (etwa um 6 Linien), damit sie wegen der größern Entwickelung ihrer arbeitenden Oberfläche den obern Theil des Stabes noch ausdehnt und denselben nöthigt, gegen die Abstreifmeißel zu schlagen. Dadurch vermeidet man das Aufwickeln des Eisens auf die obere Walze, welches eine der größten Unannehmlichkeiten beim Walzen ist. Bei drei Walzen, bei denen man obere und untere Abstreifmeißel anwendet, muß die oberste Walze den größten, die untere den kleinsten, die mittlere einen zwischen beiden stehenden Durchmesser haben. Ersterer giebt man gewöhnlich 8 Zoll, der mittleren $7\frac{3}{4}$ Zoll und der untern $7\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Durch diese Einrichtung werden die Stäbe stets gegen die Abstreifmeißel getrieben. Wendet man letztere nur beim untern Walzenpaare an, wie es am häufigsten der Fall ist, so legt man die stärkste Walze in die Mitte; die beiden andern können gleich sein und einen um 3 Linien geringern Durchmesser haben. In diesem Falle kann sich das Eisen um die obere Walze wickeln, und der Walzer muß große Aufmerksamkeit darauf verwenden, um den Stab bei seinem Austritt aus den Kalibern zu fassen.

Die Flacheisen-Walzwerke bestehen aus hervor-

stehenden Kaliberringen oder **Patrizen** und aus den correspondirenden Kalibervertiefungen oder **Matrizen**, und jene greifen in diese. Die Zusammendrückung des Eisens erfolgt zwischen den Ringen der obern oder Patrizenwalze und den Vertiefungen der Matrizen der untern Walze. Letztere hat gewöhnlich einen um 18 bis 22 Linien größern äußern Durchmesser als erstere, damit sie in jene hineinpasse. Es ist gewöhnlich die Matrize so tief, als die ganze Stärke der zu walzenden Stäbe beträgt, zu machen, und dann noch der Betrag des Eingreifens der Patrize zuzugeben.

Bei den Walzwerken für feine Stabeisensorten mit drei Walzen liegt die Matrizenwalze in der Mitte, und die Durchmesser der arbeitenden Oberflächen werden ebenfalls so bestimmt, um das Aufwickeln des Eisens zu vermeiden. An sehr vielen Orten macht man aber die Durchmesser der beiden oder der drei Walzen gleich.

Einrichtung und Entwurf oder Verzeichnung der Kaliber.

Die Dimensionen der Walzen mögen sein, welche sie wollen, so müssen die tiefsten Kaliber den Zapfen am nächsten sein, indem der Widerstand des Metalles bei gleichem Durchmesser an diesen Puncten bedeutender ist, als nach der Mitte der Walzen zu. Dasselbe ist bei den breiten Kalibern für dünnes Eisen der Fall, welches, da es kälter ist, einen weit stärkern Druck erfordert. Bei rundem und quadratischem Eisen nehmen die Kaliber nach allen Richtungen hin an Größe ab. Bei Flacheisen verändert man die Tiefe der Kaliber, indem man denselben für einen und denselben Stab eine constante Breite giebt, oder indem man diese Breite von dem ersten bis zum letzten Ka-

liber etwas vermehrt. Im erstern Falle macht man die Kaliber der Matrizenwalze oben etwas weiter, als unten, damit das Eisen leichter herausgehe; im zweiten ist die Verjüngung nicht nothwendig. Das Abnahmegesetz der Cannelüren für rundes und quadratisches Eisen hängt gewissermaßen nur von den Dimensionen des Eisens ab. Die Abnahme der Seiten oder der Durchmesser würde gewöhnlich von 2 zu 2 Linien vorrücken, von 30 Linien als dem Maximum, bis zu 24, als dem Minimum. Unter diesen Dimensionen beträgt der Unterschied der verschiedenen Kaliber nur 1 Linie, damit man alle nöthigen Stäbe erhalte. Bei gröbern und bei feinern Eisensorten verändert man übrigens die Abnahme nach den fertigen Fabricaten; in keinem Fall darf aber die Abnahme des Durchschnitts der Kaliber das Verhältniß von 15 zu 11, oder die Abnahme der Seiten und Durchmesser das von 12 zu 10 übersteigen. Rundes und quadratisches Eisen von 9 Linien und darunter bis 4 Linien wird unter den kleinern Walzen angefertigt, und bei diesem beträgt die Abnahme der Kaliber nur eine halbe Linie. Für Sorten unter 4 Linien bedient man sich noch der kleinern, wie z. B. bei den Drahtwalzwerken, von denen wir weiter unten reden werden.

Man entwirft die quadratischen und runden Kaliber so, daß ein jedes von ihnen genau die Hälfte eines Quadrats oder eines Kreises darstellt; in der Ausführung aber stumpft man die Kanten etwas ab, um die Diagonalen und die horizontalen Durchmesser zu verlängern. Der Zweck dieser Erweiterung ist der, es zu hindern, daß die Stäbe, wenn sie von einem Kaliber zu einem andern übergehen, zwischen den Walzen nicht eingezwängt werden, wodurch Nähte entstehen, die das Eisen fehlerhaft machen würden, unerachtet man die Vorsicht anwendet, die Stäbe bei

jedem solchen Uebergange von einem Kaliber zum andern eine Viertelumdrehung um sich selbst machen zu lassen. Die Erweiterung für jedes Kaliber ist fast gleich der Differenz zwischen ihrer und der Höhe des vorhergehenden Kalibers. Zwischen je zwei Kalibern bleibt ein Raum von 4 bis 6 Linien, die Erweiterung nicht mit inbegriffen.

Für Flacheisen ist das Verhältniß der auf einander folgenden Abnahmen der Durchschnitte noch das von 15 zu 11, und zuweilen, wenn die bewegenden Maschinen nur die gerade nothwendige Kraft haben, oder wenn die Festigkeit des Eisens gering ist, nimmt man das Verhältniß von 5 zu 4. Da die Breite der Kaliber constant oder wenig veränderlich ist, so bezieht sich dieses Verhältniß auf die successive Dicke der Stäbe, und es wird eben so genau befolgt, als es die Dimensionen des zu fabricirenden Eisens erfordern, um die möglichst geringe Anzahl von Kalibern zu bedürfen. Man beschleunigt auf diese Weise die Fabrication, welches um so nöthiger ist, als sich das flache Eisen schneller abkühlt und man alsdann an dem sehr theuren Material der Walzen erspart, weil auf diese Weise mit einer jeden eine größere Anzahl von verschiedenen Sorten dargestellt werden kann.

Wenn man die Breite der Kaliber verändert, so beträgt die successive Zunahme höchstens $\frac{8}{100}$ von der Stärke, welche das Eisen hatte, ehe es in dieses Kaliber gelangte. In dieser Gränze bleiben die Kanten der Stäbe ohne Risse, und der Seitendruck in den Kalibern ist hinreichend, um die Seiten oder Kanten abzugleichen.

Haben die Kaliber eine constante Breite, so wird das Flacheisen aus quadratischem Material- (Kolben-) Eisen ausgewalzt, welches so stark ist, wie die Breite des zu fabricirenden Eisens.

Nehmen aber die Kaliber nach und nach zu, so

hat das Kolbeneisen, dessen man sich bedient, geringere Dimensionen, der Druck oder die Zerquetschung geht etwas rascher, und man kann fast immer ein Kaliber ersparen.

Um die verlangte Stärke der Stäbe zu erhalten, sind vier oder fünf Operationen und folglich auch vier oder fünf Kaliber erforderlich. Will man mit vier Kalibern arbeiten, so kann man zu den auf einander folgenden Stärken der Stäbe die Zahlen 16, 11, 8 und 6, und bei fünf Kalibern die Zahlen $17\frac{1}{2}$, 13, 10, $7\frac{1}{2}$ und 6 nehmen. Wenn man bei dem vorhergehenden Beispiel $\frac{3}{4}$ als Abnahmeverhältniß nimmt, so findet man, daß man sechs Kaliber anwenden müsse. Im Fall, daß die Kaliber nach beiden Richtungen hin abnehmen, muß man zu gleicher Zeit die Stärke des Quadrateisens und die Anzahl der anzuwendenden Kaliber bestimmen. Man kann dies auf eine sehr genaue Weise erreichen; allein außer daß eine mathematische Bestimmung nutzlos ist, ist auch die Berechnung zu verwickelt und zu schwierig, um angewendet werden zu können. In der Praxis nimmt man die Seite des Quadrateisens um $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{10}$ kleiner als die Breite des Eisens, welches man darstellen will, und bestimmt die Anzahl der Kaliber nie vorher. Darauf vertheilt man die Verschiedenheit der Breiten durch eine abnehmende Progression zwischen alle Kaliber. Um daher Flacheisen von 24 Linien Breite und 6 Linien Stärke zu walzen, muß man 21 Linien starkes Kolbeneisen nehmen, und vier Kaliber haben, deren aufeinander folgende Breiten $22\frac{1}{2}$, $23\frac{1}{4}$, $23\frac{3}{4}$ und 24 Linien betragen. Die Erfahrung ist in gewisser Hinsicht die einzige Führerin bei diesen Operationen. Wenn man hartes oder stahlartiges Eisen zu walzen hat, so muß die Abnahme der Durchschnitte der Kaliber dem Verhältniß 5 zu 4 folgen, und beim Wal-

zen von Stahl muß man sich nicht von dem Verhält-
niß 9 zu 7 entfernen.

Wenn man bei der Fabrication von breitem und dünnem Eisen quadratisches Materialeisen nähme, so müßte man eine große Menge von Kalibern haben, und es würde unmöglich sein, die Stäbe bei einer Hitze fertig auszuwalzen. In diesem Falle weudet man Flacheisen von passender Breite und von einer Dicke, die das fertig gewalzte 3 bis 4 Mal übersteigt, das Materialeisen an. Man kann mit derselben Garnitur Walzenstäbe von verschiedener Stärke erhalten, zu welchem Ende es hinreichend ist, ihre Entfernung von einander zu verändern.

Wenn man mit einer Garnitur Walzen Eisen von verschiedener Breite, aber von gleicher Stärke fabriciren muß, so kann man das Vollendungskaliber für jede Masse weglassen und ersetzt alle diese Kaliber durch einen cylindrischen oder glatten Theil, oder durch ein eigenes kleines Walzwerk mit Glättwalzen, ein sogenanntes Polirwalzwerk, wie in Fig. 84. Die Kaliber bestimmen alsdann die Breite des Eisens, und die Polirwalzen bringen die verlangte Stärke hervor. Jedoch wendet man die Einrichtung nur bei Eisen von weniger als drei Linien Stärke an, und die Zusammendrückung, welche sie von den Polirwalzen erhalten, beträgt nicht mehr als eine Linie.

Damit die Kanten der Stäbe sich bei dem Durchgange durch die ersten Einschnitte weniger verziehen, giebt man diesen unten keine scharfe Kanten, sondern stumpft sie etwas ab.

Zwischen der Breite der, zwischen den Kalibern stehen bleibenden, Patrizen und den Kalibern selbst findet kein bestimmtes Verhältniß statt. Bald haben jene dieselbe Breite, wie diese, bald nur ungefähr zwei Drittel davon. Es hängt dies hauptsächlich von der Länge des Walzenkörpers ab, auch macht man die

Scheiben um so breiter, je tiefer die benachbarten Kaliber sind. Die Kaliber der Streckwalzen, sowohl bei Grobeisenwalzwerken, als auch für die der feinern Eisensorten, theilt man hin und wieder durch elliptische Kaliber, welche die Arbeiter flache nennen, in getrennte Reihen. — Diese haben den Zweck, nicht allein einen leichter zu fassenden Unterschied zwischen den verschiedenen Maßen festzustellen, sondern auch um das Eisen für die Flacheisenkaliber vorzubereiten. Man macht auf diese Weise die Stäbe breit und plattet sie ab, ohne die Kanten zu verzerren, und man vermindert dadurch die Anzahl der Kaliber, die sonst zum Auswalzen des Eisens erforderlich sein würden. Oft bringt man, zu gleichem Zweck, die flachen Kaliber auf den Walzen für Quadrateisen an.

Das Entwerfen oder Verzeichnen der Luppenwalzen geschieht gewöhnlich immer so, als wenn gar kein Zängen unter dem Hammer vorherginge, weil ein Bruch bei dem letztern wirklich zu einem solchen Verfahren nöthigen kann. Diese Walzen dienen zum Ausrecken, entweder der aus dem Puddelofen kommenden Luppen oder Ball's, oder der von den Hämmern kommenden Kolben, entweder zu fast quadratischen Stäben, wenn das Eisen nur gewärmt zu werden braucht, um unter den Grobeisenwalzwerken weiter verarbeitet zu werden, oder zu starken Flachstäben, wenn das Eisen zerschnitten, zu Paqueten zusammengelegt, zusammengeschweißt und dann erst weiter ausgewalzt werden muß.

Da die Ball's oder Luppen 8 bis $8\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser haben, so hat das erste Kaliber, Fig. 78, $9\frac{1}{4}$ bis $9\frac{1}{2}$ Zoll Breite, damit der Ball auf den Seiten nicht zusammengekniffen werde, und die größte Höhe des Durchschnitts, welcher durch die Vereinigung der beiden Walzen gebildet wird, beträgt $6\frac{1}{2}$ Zoll. Die Oberfläche dieses Kalibers ist rauh, damit sie

die Ball's besser ergreifen könne, oder wenn sie abgedreht ist, so macht man hin und wieder Einschnitte, welche denselben Zweck erfüllen. Das Kaliber wird durch zwei gleiche Kreisbögen gebildet. Um endlich die Theile der Luppe gehörig zu vereinigen, ohne sie zu stark zusammenzudrücken, wodurch sie zuweilen zerbricht, ist das zweite Kaliber $7\frac{1}{4}$ bis $7\frac{1}{2}$ Zoll breit, und ihre senkrechte Diagonale ist fast gleich der eines Quadrats von 4 Zoll Seite. Die folgenden Kaliber richten sich nach den Dimensionen des zu fabricirenden Eisens und gewöhnlich so, daß das im Groben ausgewalzte Eisen oder die sogenannten Rohstäbe fast eine quadratische Form haben, deren Seiten nach und nach 42, 36, 31, 27, 23 bis 24, 20 und 18 Linien betragen. Die Tiefen der Kaliber sind dann auf jeder Walze gleich den halben Diagonalen dieser Quadrate, oder etwas geringer, damit die etwas stumpfen Kanten der Stäbe weniger verzogen werden können. Die horizontale Diagonale eines jeden Kalibers muß etwas größer sein, als die senkrechte des vorhergehenden Kalibers, damit der Stab, den man bei jedem Durchgange eine Viertel-Umdrehung machen läßt, auf den Seiten nicht zusammengekniffen werden könne, und damit keine Bärte entstehen, die, da sie schneller kalt werden, sich darauf, ohne anzuschweißen, umbiegen. So beträgt die horizontale Diagonale des zweiten Kalibers 9 Linien mehr als die senkrechte Höhe des ersten, die Breite des dritten 6 Linien mehr als die senkrechte Diagonale des zweiten. Für das vierte und für die folgenden Kaliber verzeichnet man die Breite eines jeden derselben gleich der Höhe der vorhergehenden, und nachdem die Kaliber eingeschnitten worden sind, verlängert man die horizontalen Diagonalen um 1 bis 3 Linien, indem man die Kanten um so mehr abstumpft, je größer die Kaliber sind. Um Stäbe mit stumpfen Winkeln oder Kanten zu erhalten, giebt man den Kalibern die Form eines dop-

pelten Spitzbogens. Das Materialeisen für die weiteren Walzoperationen wird selten in Quadrat-, sondern gewöhnlich in Flachstäben von verschiedener Breite und Stärke, sogenannten Rohschienen, angewendet, aus denen man die Paquete für die weitere Fabrication bildet. Die Kaliber zum Auswalzen dieses Materialeisens folgen auf die bogenförmigen Kaliber der Präparirwalzen, wie Fig. 78 und 80 zeigen. Sie werden auf dieselbe Weise, wie die Grobeisenwalzen, verzeichnet und angefertigt. — Das geringste Verhältniß der Abnahme der Kaliber ist das von 15 zu 11, und oft wendet man das von 8 zu 5 an, um die Anzahl der Kaliber zu vermindern, indem das Eisen, welches wieder ausgeschweift wird, nicht frei von Rissen auf der Oberfläche und an den Kanten zu sein braucht.

Am gewöhnlichsten hat man nur ein Paar Luppenwalzen, welches theils bogenförmige, theils flache Kaliber hat; besser würde es aber sein, wenn man zwei Gerüste hätte, von denen eins nur bogenförmige und das andere nur flache Kaliber enthielte. Die Walzen könnten alsdann minder lang sein, könnten einen etwas geringern Durchmesser haben und würden dem Zerbrechen weniger unterworfen sein. Wenn man die Luppen unter dem Hammer zängt, so bringt man die, ungefähr 4 Zoll im Quadrat starken, gezängten Stücken sogleich in das vierte Kaliber der Luppenwalzen. Häufig bemerkt man bei diesen dieselbe Ungleichheit des Durchmessers wie bei den Grobeisenwalzen, jedoch ist diese Ungleichheit hier, wegen der starken Dimensionen des Eisens, nicht wesentlich.

Auf die Luppenwalzen müssen die Streckwalzen des Grobeisenwalzwerks folgen. Nimmt man an, daß jene Rohschienen Paquete von 42, 36 ꝛc. Linien Breite geben, so müssen die Reihen der Kaliber von den Streckwalzen so eingerichtet sein, daß sie

Paquete von solchen Dimensionen aufzunehmen vermögen. Die ersten Kaliber müssen, um Risse zu vermeiden, welche ein fehlerhaftes Eisen geben würden, dasselbe nicht sehr zusammendrücken. Aus demselben Grunde müssen die Kaliber in einem nicht zu starken Verhältniß abnehmen, da man Stäbe nur einmal durch jedes Kaliber gehen läßt, mit Ausnahme von dem, wo man anhält, ehe man zu den Schlichtwalzen übergeht.

Alle Kaliber sind bogenförmig und ihr Abnahmeverhältniß darf das von 15 zu 11 nicht übersteigen. Bei den großen Kalibern ist die horizontale Diagonale gleich der senkrechten Diagonale des vorhergehenden Kalibers, und außerdem stumpft man noch die Kanten um 1 oder 1½ Linien ab. In den kleinen Kalibern dehnt sich das schon kältere Eisen weniger nach den Seiten hin aus, und es ist hinreichend, daß die horizontale Diagonale, nach der Abrundung der Kanten, gleich der senkrechten Diagonale des vorhergehenden Kalibers sei.

Ueber die in den Fig. 78 bis 84 dargestellten, zur Fabrication des Stabeisens dienenden Walzwerke bemerken wir noch Folgendes:

Fig. 78 ist eine Seitenansicht und Fig. 79 ein Querdurchschnitt von einem Luppenwalzwerk; **H** Welle, welche das Walzwerk mit der Bewegungsmaschinerie verbindet; **Q** Getriebe, mittels deren diese Bewegung, durch die Kuppelungswelle **U** und den Muff **O**, der untersten Walze mitgetheilt wird. Der Muff dient zum Aus- und Einrücken, um die Walzen dieses Gerüstes aus und in Betrieb setzen zu können. Die Getriebe **Q** dienen dazu, um die Bewegung der untern Walze auch der obern mitzutheilen. **C** Ständer, deren Einrichtung aus den Fig. 78, 79 ꝛc. deutlich werden wird. **D** die mittelst Haken und Schrauben mit dem Sohlwerke des Walzwerks verbundenen,

verrückbaren Platten oder Betten, die mit den Ständern in einem Stück gegossen worden sind. α sind Platten mtt schwalbenschwanzartigen Ständern, in denen die Platten D befestigt werden.

Fig. 80 ist eine Seitenansicht zweier Grobeisenwalzen zu Flacheisen; Fig. 81 die zweier Grobeisenwalzen zu Rundeisen; Fig. 82 ein Blechwalzwerk; Fig. 85 und 86 ein Schneidwerk. Wir kommen auf diese letztern Figuren zurück.

Das Blechwalzwerk, Fig. 82, besteht aus den Ständern a, mit den Verbindungsbolzen b, den verstärkten Kappen c, den Schrauben zum Stellen e, den Walzen d, den Kuppelungswellen f, den Muffen g, den Sohlplatten m, den Schwellen n und den Schraubenbolzen o.

Fig. 83 und 84 Feineisenwalzwerk zur Anfertigung von feinern Eisensorten, mit 3 Walzen. C Verbindung mit der Bewegungsmaschinerie; B drei Getriebe, welche die drei übereinander liegenden Walzen mit einander in Bewegung setzen; G Kuppelungswellen; H Muffen; I Ständer, welche mit den hölzernen Schwellen unverrückbar verschraubt sind; D Walzen für Rundeisen; E Walzen für feinere Flacheisensorten; K Schlicht- oder Polirwalzen für dieselben. Die Kaliber der Walzen für die feinern Quadrateisensorten haben dieselbe Einrichtung, wie die der Walzen D. Das Schneidwerk Fig. 85 und 86 wird weiter unten, wenn wir von der Fabrication des Schneideisens reden, beschrieben werden.

Wir haben hier endlich noch von den Scheeren zu reden. Es muß nämlich nicht allein das zur weitern Bearbeitung bestimmte Stabeisen, sondern auch zuweilen die dargestellten fertigen Stäbe, immer aber das Blech, zerschnitten, oder verschnitten, oder beschnitten werden. Zu diesem Zweck bedient man sich der Scheeren, die nach der verschiedenen Stärke der Stäbe oder

der Bleche eine verschiedene Einrichtung haben müssen. Im Allgemeinen ist die Construction der Scheeren so einfach, daß wir gänzlich darüber hinweggehen könnten; andererseits aber so mannichfach, daß es uns viel zu weit führen würde, wollten wir nur die hauptsächlichsten Einrichtungen beschreiben.

Wir begnügen uns daher mit der Beschreibung einer starken Stabeisenscheere, wovon Fig. 86 bis Taf. IX., einen Seitenaufriß giebt. Sie besteht aus dem Schenkel M, dem Kopf D und dem Hebel C. Letzterer hat ein Loch, wodurch ein Bolzen b geht, der als Drehungsachse dient. Er wird durch den Schließkeil d festgehalten. Der Scheerenschenkel M hat einen rechteckigen Ausschnitt, in welchem ein stählernes Schneideisen aa mittelst Schraubenbolzen mit versenkten Köpfen befestigt worden ist.

AA Hauptscheerenständer, mit der Fußplatte SS aus einem Stück gegossen; II Verstärkungsrippen; NN Oeffnung für die Bewegung des Schenkels oder Hebelarms C. — B zweiter Scheerenständer, welcher mit eisernen Keilen zwischen die Klauen EE der Fußplatte befestigt ist und das andere Ende der Drehungsachse aufnimmt. cc das mit Schraubenbolzen mit versenkten Köpfen an dem Ständer A befestigte Schneideeisen. — Beide Schneideisen müssen sich bei geöffnetem Schenkel hinten decken.

Der Hebel C ist mehr oder weniger lang, je nachdem dies die Wirkung der Scheeren erfordert. An dem untern Ende ist eine Zugstange angebracht, die mit der Triebkraft in Verbindung steht. (Siehe Karsten, Bd. V., S. 310 ꝛc., meine prakt. Eisenhüttenkunde IV., Taf. 54, 55 und 56 nebst Erklärung.)

Die Frischarbeit in Heerden.

Verschiedene Arten des Heerdfrischens.

Herkommen, Gewohnheit, Localverhältnisse und Beschaffenheit des Roheisens haben eine Menge von verschiedenen Frischmethoden veranlaßt, welche sich nach Karsten folgendermaßen eintheilen lassen:

I. Verfrischen mit einmaligem Einschmelzen.

1. Mit einem, die Vorbereitung des Roheisens vertretenden, einmaligen Einschmelzen und ein- oder mehrmaligem Aufbrechen der eingeschmolzenen Masse.

Die deutsche Frischschmiede mit allen ihren Varietäten, und zwar:

α Die But- oder Klumpschmiede.
β Die Kleinfrischschmiede.
γ Die Frischschmiede.
δ Die Suluschmiede.
ε Die Halbwallonenschmiede.
ζ Die Anlaufschmiede.

2. Mit einmaligem Einschmelzen ohne alle Vorbereitung des Roheisens durch Aufbrechen.

a) Die Wallonenschmiede, bei welcher jedesmal nur so viel Roheisen, als zu einem Kolben erforderlich ist, angewendet und das Ausschmieden in besondern Reckheerden vorgenommen wird.

b) Die Löschfeuerschmiede, bei welcher das Ausschmieden in demselben Heerde geschieht.

c) Die steyersche Einmalschmelzerei.

d) Die Siegensche Einmalschmelzerei.

e) Die Osemundschmiede, bei welcher wenig Roheisen sogleich gar niedergeschmolzen und ausgeschmiedet wird.

3. Mit einmaligem Einschmelzen und mit Vorbereitung des Roheisens.

Die Bratfrischschmiede.

II. Verfrischen mit zweimaligem Einschmelzen des Eisens.

1. Mit zweimaligem Einschmelzen in derselben Feuergrube und in demselben Frischheerde.

a) Die Müglafrischschmiede.

b) Die Brechschmiede.

c) Der Sinterproceß.

2. Mit zweimaligem Einschmelzen in zwei besondern Feuern.

a) Die Weich- und Hartzerennfrischarbeit.

b) Die Kortitsch- oder Kartitscharbeit.

Für Frankreich paßt jedoch diese Eintheilung nicht ganz und kann man daselbst folgende vier Verfahrungsarten unterscheiden.

1) **Affinage comtois** (hochburgundisches Frischen). Heerdfrischerei bei Holzkohlen zu Kolben **(massiaux)**

welche in demselben Heerde während des Einschmelzens des Roheisens zu der folgenden Operation unter Hämmern ausgeschmiedet werden. Die **Comté**-Methode umfaßt das Verfahren bei der deutschen Frischschmiede und die Abänderungen, welche die Löschfeuerschmiede, die Siegensche und Steyersche Einmalschmelzerei und die Osemundschmiede darbieten. Wir werden diesem wichtigen Verfahren einen besondern Abschnitt widmen.

2. **Affinage wallon** (Wallonenfrischen). Die Kolben werden in einem Frischheerde, wie bei der vorhergehenden Methode, dargestellt, aber in einem besondern Heerde (**feu de chaufferie**) ausgeschmiedet.

3. **Affinâge bergamasque** (bergamaskische Frischmethode), aus zwei verschiedenen Processen bestehend. Bei dem ersten wird das Roheisen in dem Heerde umgeschmolzen (**mazéage**), bei dem zweiten aber das vorbereitete Roheisen (**fonte mazée**) in demselben Heerde verfrischt. Während dieser eigentlichen Frischarbeit findet auch das Ausschmieden der Kolben statt.

4. **Affinage nivernais** (nivernaisches Frischen). Dies unterscheidet sich von dem vorigen nur allein dadurch, daß die Operation der Vorbereitung des Roheisens und das Frischen des vorbereiteten Roheisens in zwei besondern Heerden stattfinden.

Im Wesentlichen weichen jedoch alle diese Frischmethoden so wenig von einander ab, daß man sie alle kennt, wenn man sich mit der schwierigsten, mit der deutschen Frischarbeit, vertraut gemacht hat. Größtentheils bestehen die Abweichungen nur in der verschiedenen Art, wie der mechanische Theil der Arbeit, das Ausstrecken des gefrischten Eisens zu Stäben, mit der eigentlichen Frischarbeit in Verbindung gesetzt wird, wogegen diese letztere selbst bei allen Methoden wesentlich dieselbe bleibt. Andere Abweichungen haben in der Natur und Beschaffenheit des Roheisens,

wodurch der Proceß beschleunigt werden kann oder verzögert werden muß, oder auch wohl darin ihren Grund, ob das Roheisen schon eine Vorbereitung erhalten hat, was den Proceß beschleunigt. Bei der deutschen Frischmethode wird Roheisen von der verschiedenartigsten Beschaffenheit verarbeitet, wogegen die übrigen Methoden durchaus ein gutartiges und mehrentheils ein weißes oder geweißtes Roheisen erfordern. Wir befolgen jedoch hier die obige Eintheilung nicht ganz, reden hier überhaupt nur von den wichtigen Frischmethoden.

Die deutsche Frischschmiede.

Wir beginnen mit dieser wichtigsten aller Heerdfrischmethoden, aus welchem Grunde wir sie auch ausführlicher als alle übrigen betrachten.

Allgemeine Bemerkungen.

Frischfeuer nennt man ein Hüttengebäude, in welchem sich ein oder mehrere Frischheerde mit den Gebläsen und ein Hammer- oder auch wohl ein Walzwerk befinden. Der Frischheerd ist ein gewöhnlicher, etwa 6 Fuß im Lichten langer und 3 Fuß breiter Heerd, welcher unter einer auf Gewölben, oder besser auf Säulen ruhenden Esse steht und sich 12 oder 15 Zoll über die Hüttensohle erhebt. Der Heerd ist mit eisernen Platten belegt und hat in der Ecke, welche seine vordere lange Seite mit der einen kurzen bildet, eine Oeffnung, oder den zum Verfrischen des Roheisens bestimmten Raum, in welchen das sogenannte Feuer eingebauet wird. Der übrige mit Platten belegte Raum des Heerdes dient zum Aufbringen des Roheisens, und um Raum zur Arbeit mit den Brechstangen zu gewinnen. Die andere Seite

des Heerdes bleibt so weit, als die eigentliche Feuergrube reicht, offen und wird erst beim Einbau des Feuers geschlossen. — Das Gebläse kann, wenn es groß genug ist, für mehrere Frischfeuer dienen; alsdann erhält jedes Feuer eine besondere Windleitung nebst Windsperrungskasten.

Da die Esse bei den Frischfeuern nur zur Ableitung der aus denselben sich erhebenden glühenden Gase, Funken und Dämpfe und nicht zur Beförderung des Luftzuges dient, so legt man auch häufig zwei Feuer an eine gemeinschaftliche Esse und verbindet sie mit derselben durch einen gemeinschaftlichen Essenmantel.

Die Figur. 87 und 88, Taf. **IX**, stellen einen solchen, in Oberschlesien im Betriebe stehenden Doppelheerd mit gemeinschaftlicher Esse, die erstere im horizontalen Durchschnitt oder Grundriß und die andere im senkrechten Durchschnitt nach den Linien **ab**, Fig. 87, dar. **a**, **a**, **a** sind die eisernen Umfassungsplatten, **b**, **b**, **b** ist das sogenannte Feuer, auf welches wir weiter unten zurückkommen; **m** ist die durch die Esse **n** gehende Windleitung; **o** ein mit einer Schraube versehenes Ventil, um den Windstrom zu reguliren; **p** der Aschenfall, **q** der eiserne Essenmantel.

Neuerlich hat man die aus dem Frischheerd entweichenden glühenden Gasarten nicht allein zur Erhitzung der Gebläseluft, sondern auch dadurch benutzt, daß man die Flamme, ehe sie durch die Esse abgeführt wird, in abgeschlossene Räume leitet, welche dadurch erhitzt und dann gewöhnlich zur Vorbereitung des zu verfrischenden Roheisens oder zum Glühen des auszureckenden Stabeisens angewendet werden. Wir kommen auf diese Einrichtungen zurück.

Roheisen.

Sehr wichtig ist die Kenntniß von der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens, weil sich nach dessen Verschiedenheit das Verfahren beim Verfrischen richtet. Was nun ferner die äußere Gestalt des einzuschmelzenden Roheisens betrifft, so darf es nicht zu stark sein, weil es sonst zu schwer und mit Kohlen- und Zeitverlust abschmilzt; aber auch nicht zu dünn, weil es sonst zu schnell schmelzen und zu flüssig in den Heerd gelangen würde. Man macht die sogenannten Gänze, d. h. die Roheisenstücke, höchstens 6 Fuß lang, 9 Zoll breit und 1½ Zoll stark. Oft werden auch Brucheisen, Eingüsse, mißrathene Stücke und sonstige Abgänge einer Gießerei entweder auf die Gänze gelegt, oder unmittelbar auf den Heerd gebracht.

Graues oder gares Roheisen erfordert zwar eine größere Hitze zum Einschmelzen, als weißes vom übersetzten Gange des Ofens, allein es wird im Heerde vollkommen flüssig, das letztere aber nur breiartig. Spiegeleisen und das ihm nahestehende weißgare kommt dagegen auch in vollkommenen Fluß. — Aber auch bei dem Verfrischen, d. h. bei der Vereinigung des geschmeidig werdenden Roheisens zu einer Eisenmasse, weichen beide Arten wesentlich von einander ab. Erfolgt diese Vereinigung schnell, so sagt man, daß es gar in Feuer gehe; will sich aber das Eisen im Heerde nicht leicht zu einer Masse vereinigen, so geht es roh. Bei viel fremdartige Beimischungen enthaltendem Roheisen muß sowohl das Eine, als auch das Andere sorgfältig vermieden werden, weil in jenem Falle schlechtes und in diesem nur wenig Eisen dargestellt wird. Es müssen daher nach der Beschaffenheit des Roheisens Windführung und

Maß des Feuers entweder auf den Gar= oder Roh= gang mehr oder weniger eingerichtet werden.

Graues Roheisen schmilzt schwerer, als grelles; ersteres veranlaßt also einen rohen, und letzteres einen garen Gang. Beides ist nachtheilig, weil im erstern Falle zuweilen zwar viel, oft vielleicht auch gutes Stabeisen dargestellt werden kann, die Arbeit aber sehr erschwert wird und in einer gewissen Zeit nur wenig Stabeisen erfolgt. Im letzten Fall wird in derselben Zeit zwar viel Stabeisen dargestellt werden können, allein es wird mürbe, und wenn das Roh= eisen nicht aus gutartigen Erzen und leichtflüssigen Beschickungen erblasen ist, so erleidet es einen bedeu= tenden Abbrand. Neigt sich daher das Eisen zum Gargange, so muß das Feuer auf den Rohgang, und will es im Heerde nur schwer frischen, so muß es auf den Gargang eingerichtet werden. Gares Roheisen ist demnach für den Frischproceß rohschmelzig und grelles Roheisen garschmelzig.

Zuweilen tritt aber der Fall ein, daß man das Feuer nicht auf den Gargang einrichten darf, wenn gleich das Roheisen roh geht. So giebt graues, vor= züglich bei einem hitzigen Gange aus strengflüssigem Beschickungen erblasenes Roheisen viel Schlacken, deren Absonderung beim Gargange nicht gehörig erfolgen würde. Ist daher das Verhalten des Roheisens im Heerde nicht bekannt, so muß man erst Versuche über die beste Einrichtung des Feuers anstellen.

Die für eine Frischoperation einzuschmelzende Roheisenmenge läßt sich nicht immer bestimmt ange= ben, weil man durch das gleichzeitige Ausschmieden des Eisens, besonders wenn dies in schwachen Sor= ten besteht, oft länger zu schmelzen genöthigt ist. In der Regel nimmt man 2½ bis 3 preuß. Centner zu einem Frischen.

Kohlen.

Einen wesentlichen Einfluß auf den guten Erfolg des Betriebes hat die Beschaffenheit der Holzkohlen. Harte erfordern ein stärkeres Gebläse, geben aber auch eine stärkere Hitze, weiche bedürfen, weil sie leicht verbrennen, keines so starken Gebläses, bringen aber auch keine so hohe Temperatur hervor. Bei jenen muß der Feuerbau mehr auf den Gargang eingerichtet sein, als bei letzteren, weil in der stärkeren Hitze, welche sie geben, das Roheisen roher einschmilzt und langsamer frischt. Besonders verdienen kieferne Kohlen den Vorzug vor allen andern. Werden die Kohlen beim Brennen mit Sand abgelöscht und bei nassem Wetter angefahren, so nehmen sie in ihren Spalten und Rissen Sandkörner auf und veranlassen dadurch oft einen sehr starken Rohgang, welcher durch den Feuerbau nicht verbessert werden kann. Die beste Größe, in welcher die Kohlen beim Frischen angewendet werden, ist die einer Faust oder eines Hühnereies, indem zu große Kohlen, besonders harte, dem Winde zu viele Lücken lassen, so daß das Eisen kalt geblasen wird, und weil zu kleine den Wind nicht zum Roheisen durchlassen.

Zuschläge, Windmenge &c.

Obgleich Zuschläge bei der Frischarbeit eigentlich nicht angewendet werden, so ist doch ein Zusatz von 2 bis 10 Procent fein gepochtem Kalk für schwefel- und phosphorhaltiges Eisen ein sehr gutes Verbesserungsmittel. Der Kalk muß sogleich nach dem erfolgten Einschmelzen und im Anfange des Frischprocesses zugesetzt werden. Bei rohschmelzendem Roheisen ist ein Kalkzusatz ebenfalls sehr zu empfehlen, weil er das

Garwerden des Eisens befördert. — Beim Rohgange lassen sich häufig Hammerschlag und gute Garschlacke (Eisenoxydul=Subsilicat) mit Vortheil anwenden, um einen garen Gang zu erhalten, wobei zugleich an Eisen gewonnen wird. Beim Gargange bringt man wohl reinen Sand in den Heerd, allein es ist dies Mittel mit Zeit= und Eisenverlust verbunden. — Von Zeit zu Zeit Wasser in's Feuer zu gießen, hat zwar den eigentlichen Zweck, das zu schnelle Verbrennen der Kohlen zu verhindern, allein beim starken Rohgange leistet das Begießen des rohaufgebrochenen Eisens ebenfalls gute Dienste.

Die zum Verfrischen erforderliche Windmenge hängt von den verschiedenen Arbeiten in den verschiedenen Zeitperioden des Frischprocesses und von der Beschaffenheit des Roheisens und der Kohlen ab. Weißes oder garschmelzendes Roheisen erfordert bei gleichen Formöffnungen einen stärkeren Wind als graues. Schwächere und schlechtere Kohlen erfordern weniger Wind als bessere, weßhalb bei einerlei Düsenöffnung in den verschiedenen Perioden des Frischprocesses ein schwächerer und ein stärkerer Wind erforderlich ist und es dem Arbeiter überlassen bleiben muß, die Quantitäten zu bestimmen.

Ferner ist beim eigentlichen Frischen die Beschaffenheit des aufgebrochenen Roheisens sehr zu berücksichtigen, indem der Gargang mehr Wind als der Rohgang erfordert. Zu Anfang des Frischens ist nicht so viel Luft erforderlich als zu Ende desselben. Beim Anlaufen ist ein starker und schneller Windstrom erforderlich, um das schon gare Eisen möglichst flüssig zu machen. — Zum Einschmelzen eines möglichst guten, garen, rohschmelzenden Roheisens werden in der Minute 140 bis 150 Cubikfuß Luft erfordert; zu weißem oder garschmelzendem Eisen 160 bis 180 Cubikfuß. Beim eigentlichen Frischen sind, je nachdem



das aufgebrochene Eisen roh oder gar geht, anfänglich 200 bis 210, zu Ende 240 bis 250 und beim Anlaufen 400 Cubikfuß in der Minute erforderlich.

Der eigentliche Heerd oder das Feuer, d. h. der Raum, in welchem der Frischproceß vorgenommen wird, besteht aus gußeisernen Platten, die einen länglich viereckigen Kasten bilden. Es gehören hierzu die Boden- und drei oder vier Seitenplatten (Zacken), deren jede einen besondern Namen hat. Die Bodenplatte c, Fig. 87 und 88, Taf. **XI** nennt man den Frischboden oder Boden. Die vordere, von der Vorheerdplatte des Frischheerdes begrenzte Seite heißt die Vorder- oder Arbeitsseite. Viele Heerde sind auf dieser Seite noch mit einem besonderen Zacken, dem Schlackenzacken d, geschlossen. Die dieser Seite gegenüberstehende heißt die Hinter- oder Aschenseite und der dort das Feuer begrenzende Zacken der Hinterzacken e. Der an der Formseite befindliche Zacken führt den Namen des Formzackens f; die der Formseite gegenüberstehende Seite oder die Gichtseite wird von dem vierten Frischzacken oder dem sogenannten Gichtzacken g begrenzt.

Auf dem Hinterzacken steht noch eine Platte, der Aschenzacken, um die durch die Flamme in den Funkenfang getriebene Asche, Sand u. s. w. zurückzuhalten und zu verhindern, daß sie nicht in den Heerd zurückfalle. Er dient auch dazu, beim Einschmelzen und Ausschmieden die Kohlen, und beim Frischen die aufgebrochenen größern und kleinern Eisenbrocken und die Kohlen zusammenzuhalten und zu verhindern, daß sie nicht außer dem eigentlichen Feuerraume sich zerstreuen. In dem Schlackenzacken befinden sich ein, auch mehrere übereinanderliegende Löcher zum Ablassen der Schlacke (Lachthohl), welche mit Kohlenlösche verschlossen und von Zeit zu Zeit geöffnet werden. Ist kein Schlackenzacken vorhanden,

so ist die Vorheerdplatte mit dem Schlackenloche versehen. — Ueber der Vorheerdplatte endlich liegt eine andere, 8 bis 10″ breite, gußeiserne Platte, die sogenannte Schlackenplatte, die zum bequemern Manipuliren im Heerde, sowie zum Zusammenhalten des Eisens und der Kohlen dient.

Zacken und Boden werden durch den ununterbrochenen Betrieb sehr erhitzt, besonders letzterer, weßhalb er durch eine darunter befindliche ausgemauerte Oeffnung, das sogenannte Tümpelloch, welches mit einer gußeisernen Röhre in Verbindung steht, durch die Wasser in jenes gebracht wird, abgekühlt werden kann. Es ist dies erforderlich, wenn die Zacken rothglühend werden, muß aber mit Vorsicht geschehen, damit der Boden nicht springe, denn wenn durch die Sprünge Wasserdämpfe in das Feuer treten, so erfolgt Rohgang. Eine feuchte Lage des Heerdes ist zu vermeiden, weil er sonst zu sehr abgekühlt wird.

Die Entfernung der Vorder- von der Hinterseite des Feuers ist größer als von der Form- nach der Gichtseite, weßhalb man erstere die Länge und letztere die Breite des Feuers nennt. — Die Zacken werden so fest gekeilt, daß sie sich nicht verrücken können. Nachdem dies geschehen, wird der Boden auf weichem Lehm eingelegt und der etwa bei nicht ganz passender Größe übrigbleibende Raum mit Guß- oder Stabeisenstücken ausgefüllt und mit Lehm verstrichen. An den Form- und Hinterzacken muß jedoch der Boden immer dicht anschließen, und es kann der Raum an der Vorderseite am besten ausgefüllt werden, weil diese Seite mit Lösche ausgefüllt wird.

Form- und Gichtzacken stehen weiter in den hintern Theil der Esse hinein, als die Länge des Feuers beträgt, und lehnen sich beide mit der einen Seite an das Mauerwerk des Frischheerdes. Beide nehmen

den Hinterzacken in die Mitte, der sich unten genau an den Boden anschließt und fest verkeilt wird.

Gewöhnlich ist der Heerd 32 Zoll lang und 24 bis 28 Zoll breit; jedoch kommt es auf beide Entfernungen nicht wesentlich an, weil der eigentliche Feuerraum mit Kohlenlösche ausgelegt wird. Eine größere Länge, als Breite, erhält der Heerd, um das eingeschmolzene Roheisen mit großen Brechstangen bequem aufbrechen zu können, was bei geringerer Länge nur schwierig sein würde. Wichtiger ist aber die Neigung der Zacken, die Lage des Bodens und seine Entfernung von der Form. Die Gicht= und Hinterzacken neigen sich gewöhnlich aus dem Heerde, was zur Erleichterung des Herausbrechens der Luppe dient. Der Formzacken neigt sich dagegen in den Heerd, theils weil dadurch das schnelle Anwärmen des Zackens verhütet und die Hitze mehr in den Heerd gebracht wird, indem es ohnehin in der Nähe der Form stets am stärksten garet, theils weil dadurch letzterer eine angemessene Lage gegeben werden kann. Sie kann nämlich dann etwas aus der Heerdgrube zurückgelegt werden und braucht nicht so weit über den Formzacken in den Heerd hineinzureichen, als bei einer senkrechten Stellung des Zackens nöthig sein würde, wodurch ein Heben der Form beim Ausbrechen der Luppe vermieden wird.

Der Boden liegt meistens ganz horizontal, indem sich dann jedes gute Eisen am besten verfrischen läßt. Beim starken Rohgange legt man ihn wohl am Gichtzacken höher als am Formzacken, beim starken Gargange dagegen an der Gichtseite niedriger als an der Form. Jedoch ist ein solches Verfahren nicht zu empfehlen.

Windführung.

Ganz vorzüglich hängt der Erfolg des Frisch=

processes von der Windführung, d. h. von der Stärke und der Richtung des Windstroms, welche durch die Beschaffenheit und Lage der Form und der Düsen bestimmt werden, ab. — Fast ganz allgemein bedient man sich jetzt nur einer Düse, und nur da, wo die Frischfeuer noch mit alten Blasebälgen versehen sind, wendet man wohl noch zwei an, da das durch letztere veranlaßte Kreuzen des Windes als schädlich erkannt ist. Eine Düse gewährt den Vortheil, daß der Schmelzpunct stets an derselben Stelle bleibt, ohne abzusetzen; sodann, daß beim Manipuliren im Heerd mehr Raum bei der Form gewonnen wird; und endlich, daß sich die Lage einer Düse während der Operation bequemer verändern läßt, wenn dem Windstrom eine mehr oder weniger geneigte Richtung zugetheilt werden soll. Daß die Düse eine mit der Formmündung correspondirende Lage erhalten muß und nicht etwa den Windstrom gegen eine Ecke der Formöffnung leiten darf, versteht sich von selbst. Die Düsen liegen 2½ bis 3½ Zoll in der Form zurück, weil sie zugleich die Form abkühlen und gegen das Verbrennen schützen müssen.

Die Form liegt in dem sogenannten Formkasten (Formstall), einem aus gußeisernen Platten bestehenden Behälter, und unmittelbar auf dem Formzacken. Hat man ihr die gehörige Richtung gegeben, so wird sie im Formkasten festgemauert und die Düse, nachdem sie auch gehörig gerichtet ist, auf dem Blatte der Form festgekeilt. Um letztere möglichst unverrückbar zu machen, weil sie beim Manipuliren im Heerde oft Stöße erleiden muß, wird sie auch häufig noch mit sogenannten Formschwänzen, nämlich mit zwei eisernen Klammern festgehalten, die auf einer Seite gegen das Blatt drücken und auf der andern im Formkasten befestigt sind. Kupferne Formen sind die besten, schon deßhalb, weil an denselben leicht die oft

30*

erforderlichen Veränderungen der Mündung vorgenommen werden können, indem man sie auf ein sogenanntes Formeisen steckt, welches die innere Gestalt der Form besitzt. Man macht sie daher rothwarm und hämmert die Mündung enger oder weiter, worauf man sie glatt feilt. Die Kupferstärke der Form darf nicht zu groß sein. Die Mündung ist gewöhnlich halbrund, und ihre Weite hängt von der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens und der anzuwendenden Kohlen ab. Garschmelzendes Eisens erfordert eine engere, rohschmelzendes eine weitere Form; im ersten Falle ist sie höchstens $1\frac{3}{4}$ Zoll breit und $1\frac{1}{8}$ Zoll hoch, im letztern kaum 2 Zoll breit und $1\frac{1}{4}$ Zoll hoch.

Die Frischarbeit mit zwei nebeneinanderliegenden Formen hat im Allgemeinen kein günstiges Resultat gegeben; mit besserem Erfolge hat man sich dagegen zweier gegenüberstehender Formen bedient, um in gleichen Zeiten größere Stabeisenmengen zu produciren. Jedoch hat auch diese Einrichtung, besonders beim Einschmelzen des Roheisens, so große Unbequemlichkeiten, daß auch die Versuche dieser Art keine Nachfolge gefunden haben.

Die Düse darf höchstens $2\frac{1}{2}$ Zoll in der Form zurückliegen; geringer kann die Entfernung füglich nicht sein, um die Form durch den Wind abzukühlen. Die Gestalt und Größe der Düsenöffnung muß der der Formöffnung gleich sein.

Zuweilen giebt man den Formen ein Ober-, ein Unter- und ein Hintermaul, oder Hintermündung, je nachdem entweder von der untern Lippe, so daß die obere mehr hervorsteht. oder von der obern, so daß die untere hervorsteht, aber von der Seite der nach dem Vorheerd gerichteten Mündung, um die hintere hervorstehen zu lassen, etwas stehen bleibt. Eine Obermündung wendet man an, wenn

die Kohlen sehr leicht sind und schnell wegbrennen; eine Untermündung, wenn das Eisen sehr langsam abschmilzt, oder auch bei harten, schwer verbrennlichen Kohlen. Jedoch sind beide für die Frischarbeit nicht zuträglich und sollten vermieden werden. Eine Hintermündung wird gegeben, wenn ein starker Gargang stattfindet, oder wenn der Windstrom zu sehr nach dem Hinterzacken gerichtet ist. Jedoch kann man die Abhülfe leichter dadurch erlangen, daß man die Form etwas mehr vom Hinterzacken entfernt; ihre gewöhnliche Entfernung von demselben beträgt 9 Zoll. Ebenso soll auch eine Richtung der Form nach dem Hinterzacken nie stattfinden, weil man den größern Gargang durch andere, vorzüglichere Mittel bewirken kann, wogegen eine Richtung nach dem Vorheerde zu den guten Mitteln zur Bezweckung des rohen Ganges gehört, auch das Ablaufen der Schlacken dadurch befördert wird.

Die Größe des Hineinragens hat weder einen Einfluß auf das Einschmelzen noch aufs Frischen; allein wäre es zu gering, so würde der Formzacken zu sehr erhitzt und angegriffen werden, weßhalb man den Schmelzpunct etwas von dem Formzacken zu entfernen sucht. Jedoch würde ein zu weites Hineinragen der Form der Arbeit hinderlich sein, und sie würde beim Aufbrechen zu leicht verrückt werden können. Die gewöhnliche Entfernung der Mündung beträgt 3 bis 3½ Zoll.

Weitere Bemerkungen über den Feuerbau.

Sehr wesentlich beim Feuerbau ist die Tiefe, d. h. die Entfernung des Bodens von der Oberfläche des Formzackens, welche durch das Höher- oder Tieferlegen des Bodens vermindert, oder vergrößert wird. Es wird durch die Lage des Bodens mehrentheils die

Menge des in einer gewissen Zeit zu erhaltenden Stabeisens und die Güte desselben bestimmt; allein sie ist gänzlich von der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens abhängig. Da im Allgemeinen je tiefer das Feuer, um so roher der Gang, und je flacher es ist, desto garer derselbe, so erfordert weißes Roheisen einen tiefern und gares einen flachern Feuerbau. Jedoch muß von dieser allgemeinen Regel abgewichen werden. — Ein tieferes Feuer giebt in gleichen Zeiträumen weniger und schlechteres Eisen als ein flacheres; es werden darin mehr Kohlen verbraucht, allein der Eisenabbrand ist geringer. Kann daher durch andere Mittel der Rohgang befördert werden, so ist es weit vorzuziehen. Bei nicht fehlerfreiem Roheisen darf die Tiefe nicht über 9 Zoll betragen, und nur bei fehlerfreiem und garschmelzendem Roheisen kann sie bis zu 10 Zoll gehen. Rohschmelzendes Roheisen kann in flachern Heerden verfrischt werden, wobei an Zeit und Kohlen gewonnen, an Eisen aber in der Regel verloren wird. Die Tiefe beträgt in diesem Fall 7 bis 8 Zoll.

Rohschmelzendes Roheisen liefert gewöhnlich viele und sehr rohe Schlacke, und um dieser im Heerde Platz zu verschaffen, ist man oft genöthigt ihn tiefer zu machen, als sonst wohl erforderlich wäre. — Für alles zum Kalt- und zum Rothbruch geneigte Eisen darf ebenso wenig ein zu flacher als ein zu tiefer Feuerbau gewählt werden; je nachdem es garschmelzend, rohschmelzend, oder halbirt ist, muß die Tiefe 9, 7½ bis 8 oder 8½ Zoll betragen.

Von Wichtigkeit ist ferner die Neigung oder das Stechen der Form, wodurch das Einfallen des Hauptwindstroms in den Heerd bestimmt wird, da er sich übrigens nach allen Richtungen ausdehnt. Zur genauen Bestimmung des Neigungswinkels der Form bedient man sich der Formwage. Ganz horizon-

tal sollte man den Wind nie oder allenfalls nur bei einem von allen fremden Beimischungen ganz freien Roheisen führen, weil zu viel Kohlen verbrennen, das Eisen zu gar in den Heerd gelangt und ein Theil des Windes verloren geht. Man muß die Neigungswinkel nach den Umständen verändern können, und die Veränderung ist das beste Mittel, den Gar- oder Rohgang im Heerde so zu zu bewirken, daß das zu erzeugende Stabeisen gut ausfällt. Je größer die Neigung der Form ist, desto roher geht es im Feuer, je geringer dieselbe, desto garer; garschmelzendes Roheisen wird also eine geneigtere, rohschmelzendes eine weniger geneigte Form erfordern. — Zwischen der Tiefe des Feuers und der Neigung der Form oder der Richtung des Windstromes findet ein gewisses, von einander abhängiges Verhältniß statt.

Es lassen sich daher die Regeln des Feuerbaues in folgenden Sätzen zusammenfassen.

Ein flaches, etwa 7 Zoll tiefes Feuer und flacher Wind erfordern ein sehr gutes, gares, rohschmelzendes Roheisen; allein bei geringerer Güte desselben muß der Wind 6 bis 7 Grad stechen, was aber auch zur Vermeidung eines starken Abbrandes bei dem besten Roheisen zweckmäßig ist.

Bei einem 7¾ bis 8 Zoll tiefen Feuer und sehr stechendem Windstrom läßt sich ein nicht fehlerfreies und garschmelzendes Roheisen zu recht gutem Stabeisen verarbeiten. Der Gargang des flachen Feuers wird durch die Neigung der Form wieder aufgehoben und in einen minder garen Gang umgeändert.

Ein höchstens 9½ Zoll tiefes Feuer und flacher Wind setzen ein gutes, garschmelzendes Roheisen voraus. Jedoch ist es besser, ein nur 8½ bis höchstens 9 Zoll tiefes Feuer und eine 9 bis 10 Grad stechende Form zu nehmen, wenn man recht gutes Stabeisen gewinnen will. Ein bis

zur oben angegebenen Grenze tiefes Feuer und ein geneigter Windstrom sind zu einem nicht fehlerlosen garschmelzenden Eisen erforderlich. Ebenso läßt sich auch das meiste halbirte Roheisen bei diesem Feuerbau verfrischen.

Sehr garschmelzendes Roheisen erfordert ein 9½ bis 10 Zoll tiefes Feuer und stark stechenden Wind; ist ein solches Roheisen von vorzüglicher Beschaffenheit, so können ein tiefes Feuer und ein flacher Wind angewendet werden.

Gezähe oder Werkzeuge.

Die beim Frischprocesse angewendeten Werkzeuge oder Gezähe sind folgende:

1) Dreierlei Brechstangen: eine große von 30 bis 36 Pfd. zum Aufbrechen; eine kleinere, mit der kleinere Stücke aufgebrochen und an den erforderlichen Ort gebracht werden; endlich ein sogenannter Schlackenspieß zum Abstechen der Schlacke und zum Untersuchen des Zustandes von dem eingeschmolzenen Eisen.

2) Einige Anlaufstangen mit hölzernen Griffen, um sie, wenn sie sehr kurz geworden sind, besser fassen zn können.

3) Eine Kohlen- und eine kleinere Heerdschaufel.

4) Ein Formhaken zum Reinigen der Form.

5) Der rechtwinkelig gebogene Luppenhaken zum Herausziehen der Luppe aus dem Feuer, mit einem hölzernen Handgriffe versehen.

Der Frischproceß zerfällt in zwei Abtheilungen, in das Einschmelzen des zu verfrischenden Roheisens und in die eigentliche Frischarbeit; während des erstern werden zugleich die Kolben von der vorigen Luppe gewärmt und ausgeschmiedet.

Die bei dem Frischprocesse gebildeten Schlacken und Abgänge sind folgende:

1) **Rohschlacke** entsteht beim Einschmelzen und bei einem sehr rohen Gange, sowie auch noch nach dem Aufbrechen des halbgaren Eisens. Im Heerde ist sie flüssig, erstarrt schnell an der Brechstange und fällt von derselben ab. Aus dem Schlackenloche fließt sie sehr flüssig mit dunkelrother Farbe ab, erstarrt aber sehr bald, ist dann schwarzgrau, metallisch glänzend, löcherig und nicht sehr schwer. Im Heerde ist sie dünnflüssig und verhindert, wenn sie in großer Menge vorhanden ist, das Frischen des Eisens, befindet sich stets über demselben oben im Heerde und muß daher hoch abgelassen werden, damit nicht Eisen mit abfließen könne. Nach dem Rohaufbrechen wird sie durch den Wind oft in großer Menge in Gestalt kleiner rother oder blauer Sternchen, die sehr bald erstarren, aus dem Heerde getrieben. Sehr rohe Schlacke ist gänzlich unbrauchbar, aus einiger gewinnt man den bedeutenden Eisengehalt durch Zusatz bei der Beschickung des Hohofens.

2) Gare Schlacke entsteht kurz vor und nach dem Garaufbrechen, so lange sich das Eisen noch im Heerde befindet. Sie zieht sich ganz auf den Boden und muß daher tief abgelassen werden, was jedoch nur dann geschieht, wenn sie zuviel vorhanden ist und hinderlich wird. Besser ist es aber, sie gar nicht abzulassen, sondern sie durch Aufbrechen beim Gichtzacken nach demselben hinzuleiten, weil sonst Eisen verloren geht. Sie fließt langsam mit hellweißer Farbe und erstarrt nicht so schnell wie die rohe Schlacke. Der Wind treibt sie als silberweiße Sternchen (Zünder) aus dem Heerde. Erstarrt hat sie eine eisengraue Farbe, besitzt nicht das geflossene Ansehen der Rohschlacke, sondern nimmt verschiedene äußere Gestalten an, ist schimmernd von Halbmetallglanz und schwer. Sie enthält zwischen 80 bis 90 Proc. Eisenoxydul und ist der beste Zuschlag beim Roh-

gang, indem sie nicht allein das Garwerden befördert, sondern auch den Eisenverlust durch Reduction eines Theils ihres eigenen Eisengehalts vermindert. Sie muß sorgfältig ausgehalten und von der Rohschlacke gesondert werden.

3) Schwahl ist die im Heerde zurückgebliebene Garschlacke, welche sich auf dem Boden und an die Luppe anhängt und bei deren Herausbrechen abgestoßen wird. Beim Ausbrechen der Luppe wird der Schwahl nicht aus dem Heerde genommen, sondern in seiner Mitte zusammengebracht und das einzuschmelzende Roheisen theilweise darauf gelegt, indem er ein sehr wirksames Mittel zum Garen des Eisens ist.

4) Hammerschlag entsteht beim Zängen, d. h. Zusammenpressen der Luppe und beim Ausschmieden der Kolben zu Stäben oft in sehr bedeutender Menge, besonders bei der ersten Bearbeitung der Luppe unter dem Hammer. Er kommt mit dem Glühspan oder Schmiedesinter der Kleinschmiede überein, besteht aus feinen Blättchen und wird zur Beförderung des Garens beim Frischen zugesetzt.

Alles viel Silicium enthaltende Roheisen giebt eine rohere Frischschlacke, als das weniger enthaltende; besonders ist dies bei Coakroheisen der Fall, welches bei einem hitzigen Gange und aus strengflüssiger Beschickung, oder bei kaltem Gange erblasen ist. Die zuerst entstehende Kohle ist immer roher, d. h. reicher an Kieselerde, als die später sich bildende, und so geht die Rothschlacke nach und nach in Garschlacke über, deren Kieselgehalt zuletzt sehr gering wird. Je mehr Kieselerde eine Frischschlacke enthält, je mehr sie also Rohschlacke ist, je geringer ist ihre entkohlende Einwirkung auf das Roheisen; je mehr Eisenoxydul sie aber enthält, je mehr Garschlacke sie ist, desto entkohlender wird sie wirken, indem sie so lange Eisen-

oxydul abtreten kann, bis sie wieder in den Zustand des Silicats gelangt.

Die Verwandlung des Roheisens in Frischheerden wird nur durch die Einwirkung des Eisenoxyduls in der Garschlacke auf die Kohle im Roheisen bewirkt; der Windstrom des Gebläses oder der natürliche Luftzug der Flammösen wirken zu stark, es wird dadurch nicht allein die Kohle verbrannt, sondern auch das Eisen oxydirt. Das auf diese Weise sich bildende Eisenoxydul ist es aber, durch welches der eigentliche Frischproceß eingeleitet wird. Nur ist es nicht zu vermeiden, daß mehr Eisen oxydirt wird, als zum Verbrennen der Kohle erforderlich ist. — Man hat zur Ersparung von Brennmaterial und zur Verminderung des Eisenverlustes den Vorschlag gemacht, das flüssige Roheisen unmittelbar aus dem Hohofen in ein Bad von geschmolzener Frischschlacke auf den Heerd eines Flammofens zu leiten; allein um nicht nur die Kohle, sondern auch Silicium, Mangan u. s. w. aus dem Roheisen abzuleiten, und um daher ein gutes und festes Stabeisen darzustellen, muß das Roheisen die unmittelbare Einwirkung des Luftstroms in der Schmelzhütte erfahren. — Auf Roheisen, welches in einzelnen Tropfen vor der Form in Frischheerden niederschmilzt, wird der Windstrom oxydirender einwirken, als auf solches, welches nur in einem breiartigen Zustande niedergeht, und darin ist der Grund zu suchen, warum das graue und an sich unreine, d. h. mit mehr Silicium und Mangan verbundene Roheisen beim Verfrischen in Heerden ein besseres Stabeisen giebt, als das aus denselben Erzen erblasene weiße und garschmelzende Roheisen, wenn dasselbe nicht mit vorzüglicher Sorgfalt behandelt wird. — Rohschlacke enthält 68 bis 96 und Garschlacke 60 bis 84 Procent Eisenoxydul.

Betrachtung des Frischprocesses selbst.

Ist auch der Feuerbau nach der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens eingerichtet, so hat man doch noch große Sorgfalt auf das Einschmelzen zu verwenden. Man muß sich dabei von der Art des Ganges überzeugen, indem man das Feuer häufig mit dem Schlackenspieß untersucht. Sehr flüssiges Verhalten des Eisens zeugt von einem sehr rohen, ein weicher, teigartiger Zustand von einem guten, nicht zu rohen Gange. Kann man aber mit dem Spieße nicht mehr durch die Eisenmasse dringen, so ist dies ein Beweis von einem zu garen Gange.

Soll der Frischproceß begonnen werden, so untersucht man zuvörderst den Hitzgrad der Zacken und ob es nöthig sei, Wasser in den Tümpel zu leiten und den Heerd abzukühlen. Darauf wird der ganze Vorheerd mit Lösche umstellt; Schwahl und Garschlacke von der vorigen Luppe werden entweder sämmtlich im Heerde gelassen, oder theilweis herausgenommen; der Boden wird mit den kleinen Kohlen vom vorigen Frischen belegt. Der Heerd ist daher gänzlich durch diese und durch Lösche begrenzt, theils um den Kohlenaufwand zu vermindern, theils um durch Concentration des Heerdraumes dem Winde mehr Wirksamkeit zu verschaffen. Die Lösche muß, damit sie nicht vom Winde fortgetrieben werde, angefeuchtet werden. Die auf dem Gichtzacken der Form gegenüberliegende Ganz wird nun in den Heerd gerückt und bei grauem Roheisen der Form bis auf 6 Zoll genähert, während weißes Roheisen vom übersetzten Gange weiter davon entfernt bleibt. Bei der Anwendung von Roheisen, welches zum Rohgange geneigt ist, werden Schwahl und Garschlacke von dem vorigen Frischen sämmtlich benutzt. Bei sehr garschmelzendem Roheisen setzt man 20 bis 30 Pfund in den mit Garschlacke versehenen

Heerd, um es schnell einschmelzen zu lassen, wodurch es etwas roher bleibt. Will man mehr Brucheisen mit anwenden, so legt man es auf die Ganz. Aber auch des schnellern Einschmelzens wegen, z. B. wenn nur Kolbeneisen geschmiedet wird, bringt man ein Stück Eisen in den Heerd. Als äußerstes Mittel beim Gargange kann Sand angewendet werden, jedoch thut man dies nicht gern.

Nachdem nun Kohlen über das Feuer gestürzt worden sind, wird das Gebläse angelassen, und zwar giebt man beim Verfrischen von garschmelzendem Roheisen mehr Wind mit größerer Geschwindigkeit, als bei der Verarbeitung von rohschmelzendem Roheisen. Es ist alsdann dahin zu sehen, daß der Wind die Lösche und die Kohlen im Heerde nicht auseinander treibe, weßhalb dieselben befeuchtet und zusammengehalten werden müssen; daß sich die Rohschlacke nicht zu sehr anhäufe; endlich daß die Ganz in dem Maße, als sie abschmilzt, mit der Brechstange nachgehoben werde. Die Schlacke darf nicht zu tief abgelassen werden, weil das Eisen sonst im Feuer zu trocken geht und ein größerer Eisenverlust entsteht. Von Zeit zu Zeit, besonders gegen das Ende des Einschmelzens, wird die Beschaffenheit des Eisens untersucht. Geht es zu gar, so vermehrt man den Wind, geht es zu roh, so bricht man es beim Gichtzacken etwas auf, d. h., man hebt es mit der auf die Schlackenplatte gestützten Brechstange etwas in die Höhe, setzt auch beim Gichtzacken Schwahl oder Garschlacke in den Heerd und wiederholt das Aufbrechen, wenn jenes noch nicht geholfen hat. — Nie muß das eingeschmolzene Eisen gegen das Ende des Einschmelzens zu roh oder zu gar sein, sondern es muß sich wie ein Teig anfühlen lassen.

Es beginnt nun die eigentliche Frischarbeit, welche in das Rohaufbrechen des eingeschmolzenen und in das Garaufbrechen des halbgaren Eisens zerfällt.

Sobald das Einschmelzen vollendet ist, wird bei ununterbrochenem Gange des Gebläses die Lösche vom Vorheerd weggeräumt, die Schlacke abgelassen, das eingeschmolzene Eisen von Kohlen entblößt, man stößt dann den im Schlackenloche und den zwischen dem Gichtzacken und dem eingeschmolzenen Eisen befindlichen Schwahl mittelst der Brechstange ab und schreitet zum Rohaufbrechen.

Das Rohaufbrechen.

Zu dem Ende wird die große Brechstange beim Gichtzacken bis auf den Boden niedergeführt, dann in diagonaler Richtung unter die Eisenmasse gebracht, darauf gehoben und auf solche Weise von dem Formzacken gelös't und mehr nach dem Gichtzacken gerückt, daß die Form frei wird und die Eisenmasse nach allen Richtungen gekehrt und gewendet werden kann.

Das weitere Verfahren richtet sich nach der Beschaffenheit des eingeschmolzenen Eisens, und es lassen sich dabei drei Fälle unterscheiden. Es war das Eisen entweder zu gar, oder zu roh, oder gehörig gar eingeschmolzen, und man unterscheidet daher das Klumpfrischen, das Durchbrechfrischen und das combinirte Frischen als die verschiedenen Arten der deutschen Frischschmiede.

War das Eisen zu gar in den Heerd gelangt, so bildet es beim Aufbrechen nur einen einzigen Klumpen, und dieser wird dann mit der Brechstange im Zusammenhange umgewendet, so daß die oberste Seite unten hin und die vorher der Form zugekehrte auf die Gichtseite zu liegen kommt. Unter solchen Umständen ist zwar die Arbeit leicht, indem man das Eisen nur über den Kohlen zu erhalten und das Feuer darunter anzufachen braucht, bis jenes den Grad der Gare erhalten hat, daß es völlig heruntergeschmolzen werden

kann. Jedoch verliert man dabei an Zeit, Kohle und Eisen, da ein schwacher Wind und häufiges Bedecken des Eisens mit Kohlen die einzigen Mittel sind, das zu gare Eingehen desselben zu verhindern. — Die sich im Heerde ansammelnde Schlacke wird nicht ganz abgelassen, damit das heruntergeschmolzene Eisen nicht ganz den Boden berühre.

Ist das eingeschmolzene Roheisen noch sehr roh, wie z. B. bei der Luppe eines von Neuem in Betrieb gesetzten Feuers, so sammelt sich oft so viel Rohschlacke, daß man sie vor dem Rohaufbrechen gänzlich ablassen muß. Die Eisenmasse theilt sich dann in mehrere kleine Stücke, die man, von der Gicht anfangend, nach der Form zu in die Höhe hebt und aus dem Heerde schafft. Nun werden frische Kohlen ins Feuer gebracht, diejenige Eisenmasse, welche vorhin bei der Gicht aufgebrochen war, nach der Formseite gerückt, und umgekehrt das vorhin bei der Form befindlich gewesene Eisen nach der Gichtseite geschafft, weil es schon eine mehr gare Beschaffenheit erhalten hat. Ist das Stück sehr gar, so bringt man es ganz aus dem Windstrom über die Form, um es beim zweiten Rohaufbrechen mit durchgehen zu lassen. Ist alles Eisen in die Höhe gehoben und auf Kohle gelegt, so setzt man auch wohl bei der Gichtseite Garschlacken und Schwahl auf, jedoch nie zuviel, und läßt das Gebläse zuerst langsam wirken, damit sich die Theile mit einander vereinigen, welches man auch durch Arbeiten mit der Brechstange und Heerdschaufel zu befördern sucht. Um Rohgang zu vermeiden, dürfen entstehende Lücken und Zwischenräume nicht mit Kohlen ausgefüllt werden. Ist die Verbindung der Eisenklumpen größtentheils erfolgt, so wird der Windstrom zur Erregung einer höhern Temperatur verstärkt, wobei die flüssige Rohschlacke als rothe und blaue, schnell erkaltende Stern-

chen weggetrieben wird, so daß man sie, wenn sich nicht viel bildet, nicht abzulassen braucht, indem dies während der Frischperiode stets mit Eisenverlust verbunden ist. Bei der Gichtseite wird wohl eine Schaufel voll Hammerschlag in den Heerd gesetzt. — Dieses sogenannte Durchbrechfrischen erfordert viel Zeit und Kohlen, giebt aber ein gutes Eisen, und durch Anwendung der Garschlacke wird der Eisenverlust vermindert.

Am besten ist es jedoch, das Eisen gehörig gar einzuschmelzen, beim Rohaufbrechen dasselbe in 3 bis 4 Theile zu zertheilen, welche von der Gebläseluft gehörig durchwirkt und in der kürzesten Zeit zur Gare gebracht werden können. Zuerst bricht man beim Gichtzacken auf, bringt die aufgebrochene Masse aus dem Feuer, bricht dann in der Mitte und zuletzt beim Formzacken auf, bringt die Stücke auch aus dem Feuer und dann frische Kohlen hinein. Da die vor der Form liegenden Theile schon eine ziemliche Gare erlangt haben, so werden sie dem Winde nicht länger ausgesetzt, sondern über die Form gelegt, die noch rohern Stücke aber, die beim Gichtzacken lagen, dem Windstrome gegenüber gebracht, damit sie garen. Darauf wird der Wind verstärkt und, wenn der Gang noch etwas roh sein sollte, eine Schaufel voll Hammerschlag in den Heerd gesetzt. Wird es zu roh im Heerde, so verstopft man alle Zwischenräume mit Kohlen. Der Vorheerd muß mit gehörig befeuchteter Lösche geschlossen sein.

Ist auf diese Weise alles Eisen vor der Form niedergeschmolzen und man bemerkt, daß dasselbe noch roh ist, so bricht man zum zweitenmale roh auf, welches jedoch einfacher als das erste ist, weil sich das Eisen in den meisten Fällen nur in 2 oder 3 Theile theilt. Bei sehr rohschmelzendem Eisen ist auch wohl noch ein drittes Rohaufbrechen erforderlich, jedoch nur

mit großem Zeit- und Kohlenverlust. Ob mehrere Male aufgebrochen werden muß, erkennt man bei guten, trockenen Kohlen an der Heerdflamme. Ist sie weiß, so deutet dies auf einen guten Gang, bei dem ein neues Rohaufbrechen nicht mehr erforderlich ist, eine bläuliche Flamme aber auf einen rohen Gang, der ein ferneres Rohaufbrechen nothwendig macht. Hat sich das Eisen im Heerde zu einem Klumpen gebildet und ist röthlichweiß und roth, so muß es nochmals roh aufgebrochen werden; besitzt es aber eine gelblichweiße Farbe und werden silberweiße Funken aus dem Heerde getrieben, so bedarf es des Rohaufbrechens nicht weiter.

Auf einigen Hütten läßt man das Roheisen ganz roh eingehen und muß es dann vor dem Rohaufbrechen erst abkühlen, weßhalb man dies Verfahren das Kaltfrischen nennt. Sobald die Ganz aus dem Heerde gerückt ist und die Kohlen von dem eingeschmolzenen Roheisen abgeräumt sind, wird das Gebläse sogleich eingestellt, das glühende Eisen mit Wasser begossen, worauf es 10 bis 30 Minuten lang im Heerde steht, um zu erstarren. Währenddem wird die Schlacke mit einer Schaufel weggenommen und dann roh aufgebrochen, indem der einzige Klumpen gewendet wird. Es ist dies aber ein verwerfliches, mit Zeit-, Kohlen- und Eisenverlust verbundenes Verfahren. — Man muß ein ähnliches Verfahren auch bei solchem Roheisen anwenden, welches viel Rohschlacke giebt, indem man dasselbe nach dem Einschmelzen mit Wasser begießt, um die Schlacke zum Erstarren zu bringen und oben abzunehmen, wobei aber kein Abkühlen des Eisens beabsichtigt wird.

Viel Phosphor enthaltendes Roheisen muß sehr roh eingeschmolzen werden, um den größten Theil des Phosphors in Phosphorsäure verwandeln und so fort-

schaffen zu können. Jedoch wird von der Behandlung dieses Eisens an einem andern Orte die Rede sein.

Es folgt nun das Garaufbrechen, welches bei nicht ganz fehlerlosem Eisen durchaus nothwendig ist, indem es durch das Niederschmelzen beim ersten Rohaufbrechen noch nicht völlig gar geworden, was nur höchstens bei leichtfrischendem und gutartigem Roheisen der Fall ist, wobei freilich eine sehr große Zeit- und Materialien-Ersparung stattfinden würde.

Soll gar aufgebrochen werden, so wird der ganze Eisenklumpen mit einer großen Brechstange ganz in die Höhe und über die Form gehoben, aber nicht auf kalte, frische, sondern auf die schon im Heerde vorhandenen glühenden Kohlen gesetzt. Der Windstrom muß gänzlich unter dem Eisenklumpen wegstreichen und das Niederschmelzen desselben veranlassen; vorher muß der Boden gereinigt und der auf demselben befindliche Schwahl aufgehoben werden. Man fährt deßhalb mit der Brechstange zuerst unter die Form, dann längs des Vorheerds und endlich kreuzweis von der Vorheerd- und Formzackenecke nach der entgegengesetzten Ecke, welche die Gicht- und Hinterzacken bilden, so wie auch von der Vorheerd- und Gichtzackenecke nach der Ecke, die durch das Zusammentreffen des Hinter- und Formzackens entsteht. Angesetzte Massen werden losgestoßen und in die Höhe gehoben.

Nachdem nun das Eisen seine neue Lage in der Feuergrube erhalten hat, so wird sie mit frischen Kohlen beschüttet und mit Wasser begossen, um sie länger über die Form zu erhalten, welches besonders bei einem etwas rohen Gange nothwendig ist. Das Eisen darf nicht zu gar sein, indem es sonst nur schwierig niederschmelzen und das Anlaufen schlecht gehen würde. Da, sowohl um das Eisen in eine wallende Bewegung zu setzen, als auch um die Schlacke vollkommen abzuscheiden, eine sehr hohe Temperatur nöthig ist,

so muß ein starker Windstrom eingelassen werden. Das Eisen wird vor der Form fast im flüssigen Zustande niedergeschmolzen, geräth dabei in eine kochende Bewegung, und es wird nun noch die Kohle am vollkommensten abgeschieden. Es kommt daher im garen Zustande auf dem Boden an, indem es von den Schlacken umgeben ist. Der Klumpen darf weder zu langsam, noch zu schnell niederschmelzen, indem er im erstern Falle, im zu garen Zustande, nicht gehörig von dem Winde durchströmt werden und im letztern zu roh niedergehen würde. Ist er zu gar, so bedeckt man ihn fleißig mit frischen Kohlen, und ist er zu roh, so feuchtet man ihn fleißig mit Wasser an. Ist zu viel Schlacke vorhanden, die besonders beim Anlaufen hindern kann, so läßt man sie ab.

Auf manchen Hütten schreitet man, wenn das Eisen niederschmilzt und in eine kochende Bewegung geräth, zum Anlaufnehmen oder Anlauflassen. Dieses Verfahren hat folgende Vortheile:

1) Gewinn an Zeit und vergrößerte Production;

2) Kohlenersparung, da die Luppe in kürzerer Zeit ausgeschmiedet wird;

3) Gewinnung eines vorzüglich guten Stabeisens, indem selbst das Luppeneisen besser ausfällt, jedoch schlechter als das Anlaufeisen. — Diese Verschiedenheit beim Eisen von einer jeden Luppe ist auch der Anlaufmethode stets zum Vorwurf gemacht worden. Das Verfahren dabei ist folgendes: Man bewegt eine Brechstange von der Schlackenplatte bis nach dem Hinterzacken nach verschiedenen Richtungen unter der Eisenmasse, aber immer in der Horizontalebene der Form. Zeigt sich beim Herausziehen an der Spitze der Brechstange eine milchweiße, festsitzende Schale, so sucht man eine Pfanne oder Höhlung zu bilden, in die man den Anlaufstab ungehindert wieder hineinschieben kann, ohne in das niederschmel-

zende Eisen zu gerathen, weil es gerade vor der Form am flüssigsten und am reinsten von der Schlacke geschieden ist. Nachdem die Pfanne mit der Brechstange gebildet worden ist, hält man den Anlaufstab hinein, dreht ihn zuweilen um und nimmt ihn, sobald sich Eisen angesetzt hat, heraus, kühlt dasselbe in Wasser ab, damit die Lösche abspringe, schweißt es unter dem Hammer durch einige Schläge aus, kühlt es wieder ab, um das schnellere Anlaufen zu befördern, und wiederholt dies so oft, bis der Anlaufkolben 16 bis 20 Pfd. schwer ist. Derselbe wird darauf ausgeschmiedet und vom Anlaufstabe abgehauen, während welcher Zeit ein zweiter Anlaufstab eingehalten und damit ebenso und dann wieder mit dem ersten wie mit dem zweiten u. s. w. verfahren wird, bis alles Eisen niedergeschmolzen ist und das Kochen und Anlaufen aufhört.

Die bei dem Kochen des Eisens entstehende Schlacke ist dem Anlaufen hinderlich und muß daher fortgeschafft werden; jedoch ist es am besten, ihr beim Gichtzacken durch Aufbrechen Abzug zu verschaffen, denn es würde unzweckmäßig sein, sie ganz abzulassen und durch Entblößen des Eisens dasselbe verbrennen zu lassen, was sich durch eine auflodernde Flamme zeigt, worauf Hammerschlag in den Heerd geworfen werden muß. Nur die zu viele Schlacke muß abgelassen werden, wie denn überhaupt ein zu häufiges Ablassen der Schlacke beim Gareingehen stets auf einen fehlerhaften Gang deutet.

Die Menge des zu nehmenden Anlaufeisens richtet sich theils nach der Menge des eingeschmolzenen, theils nach der Beschaffenheit des gar aufgebrochenen Eisens und theils nach der Fähigkeit der Arbeiter. Bei einem guten Verfahren kann ein Viertel bis ein Drittel des garen Eisens durch Anlaufenlassen gewonnen werden.

Das Luppenmachen.

Nach Beendigung des Anlaufens läßt man wieder weniger Wind ein und schreitet zum Luppenmachen. Die durch den Windstrom fortgetriebenen kleinen Eisenstücken, welche zerstreut zwischen den Kohlen auf dem Heerde liegen, sucht man sorgfältig hervor und bringt sie auf den entblößten Eisenklumpen, damit sie sich mit demselben vereinigen. Darauf giebt man der nun fertigen Luppe durch Schlagen mit dem Haken eine möglichst ebene Oberfläche, kühlt sie wohl durch Besprengen mit Wasser ab, sperrt den Wind ab, hebt sie in die Höhe, stößt den Schwahl möglichst in den Heerd zurück, nimmt sie aus demselben heraus und beklopft sie mit großen eisernen oder hölzernen Schlägeln, um ihr eine ebenere Oberfläche zu geben, damit sie sich beim Zängen bequemer behandeln lasse. — Der Heerd wird dann sogleich zum fernern Einschmelzen eingerichtet.

Eine gut gefrischte Luppe muß die Länge des Heerdes vom Form- nach dem Gichtzacken haben und länglichrund sein; sie muß beim Herausbrechen eine milchweiße Farbe und Fettglanz besitzen; beim Zängen muß sie sich von dem garen Schwahl und von dem Hammerschlag gleichsam abschälen, die Hammerschläge leicht annehmen und nicht zu viel flüssige Schlacke entlassen.

Es ist nun der chemisch-technische Theil des Processes zur Darstellung des Stabeisens oder das eigentliche Verfrischen des Roheisens vollendet, und es tritt ein mechanisch-technischer Proceß ein, um dem gefrischten Eisen die äußere Form zu geben, welches bei der deutschen Frischmethode stets unter dem Hammer geschieht, da schon die Größe der Luppe die erste Bearbeitung zwischen Walzen gar nicht gestattet.

Wenn der Hammer, sei es ein Aufwerf- oder Schwanzhammer, zu Anfang der Woche oder nach einem sonstigen längern Stillstande in Betrieb gesetzt werden soll, so muß er oben mit Kohlen, die in einem blechernen Kasten glühen, abgewärmt werden, weil er sonst leicht springen würde. Am Hammergerüste müssen alle Keile oft nachgesehen und nachgekeilt werden, damit das Gerüst stets den gehörigen Zusammenhang behalte.

Die zur Bearbeitung der Luppe angewendeten Werkzeuge sind folgende:

1. Der Deul- oder Luppenbaum, ein entweder nur hölzerner und in der Mitte mit Blech belegter oder ganz schmiedeeiserner und mit hölzernen Handhaben versehener Stab, mit welchem die darauf gelegte Luppe von der Hüttensohle auf den Amboß gehoben wird. Zweckmäßiger ist es, diesen Transport der Luppe vom Heerde zum Amboß mittelst eines Krahns zu bewerkstelligen.

2. Eine Stange zum Gegenhalten, wenn die Luppe zuerst auf den Amboß bearbeitet wird.

3. Zwei verschiedene große Setzeisen von geschmiedetem Eisen mit eisernem oder hölzernem Stiel. Sie gleichen stumpfen Beilen. Man setzt sie auf die Oberfläche des Eisens, läßt den Hammer darauf schlagen und zertheilt auf diese Weise die Luppe..

4. Verschiedene Zangen: Eine große Rumpfzange mit langen Schenkeln, mit welcher man die Luppe zuerst packt und unter dem Hammer bearbeitet. — Eine kleine Rumpfzange zur fernern Bearbeitung der Luppe. Zwei Wärmzangen zum Packen und Wärmen der von der Luppe abgehauenen Stücke. — Zwei Stauchzangen, womit die erwärmten Stücke beim Bearbeiten unter dem Hammer gepackt werden. — Zwei Schneppelzangen zur weitern Bearbeitung der Stücke unter dem Hammer. — Außerdem

mehrere Spitzzangen zum Auffassen kleinerer Gegenstände.

Das Zängen und Ausschmieden der Luppe.

Die auf den Amboß gehobene Luppe wird zuerst so gelegt, daß sie die ersten Hammerschläge auf die dem Gichtzacken zugekehrt gewesene Seite erhält, indem sie hier am wenigsten fest ist. Zuerst geht der Hammer sehr langsam, um die Luppe niederzudrücken und das Abfließen der garen Schlacke zu veranlassen, darauf aber rascher, wobei man die Luppe auf dem Amboß so hin- und herwendet, daß sie überall eine gleichförmige Gestalt erhält, und indem man sie umdreht, um auch die andere Seite durch die Hammerbahn zu ebnen. Man nennt das Zusammenschlagen der Luppe das Zängen derselben, das Drehen und Wenden derselben auf dem Amboß das Abdrehen. Nach dem Abdrehen wird die Luppe mit dem Setzeisen in Kolben oder Schirbel abgetheilt und zerhauen, die sogleich zum Wärmen in den Heerd zurückgebracht werden. Der zuletzt auf dem Amboß zurückgebliebene oder der Formschirbel wird sogleich etwas geebnet und die Ecken abgestumpft, welches auch nach und nach mit den andern Schirbeln geschieht, und welche Arbeit man das Abrichten odder Abfassen nennt.

Es erfolgt nun das eigentliche Ausschmieden der Schirbel zu Stäben, nachdem jene nach und nach wieder in Schweißhitze gebracht worden sind. Der Formschirbel, als der garste, wird über die Form gelegt, um sich nach und nach zu erhitzen, ohne dem Winde ausgesetzt zu sein, wogegen der rohere Gicht- und der ihm zunächst befindliche eine Mittelschirbel vor den Wind gebracht werden. Beide Mittelschirbel werden zuerst gewärmt, und es ist bei diesem Wärmen

im Allgemeinen zu bemerken, daß, wenn die Luppe ganz gar war, die Schirbel durch Eintauchen in Schlacke gegen die Gebläseluft geschützt und, wenn sie noch etwas roh war, in den Wind gebracht werden müssen, indem saftige Schweißhitzen roh gebliebenes Eisen völlig gar machen können. Auch muß man die Schirbel im Heerde wenden, um sie gleichmäßig zu erhitzen.

Ist der zunächst der Form liegende Mittelschirbel völlig weißglühend, so wird die Zange herausgezogen, im Wasser abgelöscht und zwischen ihre Schenkel der bisher auf der Form liegende Formschirbel gebracht. Die hintere Wärmezange wird dann nach vorn gerückt, so daß sie die Stelle der ersten Zange einnimmt.

Der erste Schirbel kommt nun in voller Schweißhitze unter den Hammer, um zur Hälfte nach dem bestimmten Maß ausgereckt zu werden. Der ausgereckte Stab wird darauf in Wasser abgelöscht und mit dem noch daran befindlichen Kolben, d. h. der andern Hälfte des Schirbels, so lange fortgelegt, bis alle Schirbel der Reihe nach, der Gichtschirbel zuletzt, bearbeitet worden sind. Am vortheilhaftesten ist es, nun sogleich auch die Kolben zu wärmen und auszuschmieden, weil dadurch die Hitze derselben benutzt und Zeit erspart wird. In einigen Hütten werden dagegen die einfachen Kolben bis zur folgenden Luppe weggelegt und beim Einschmelzen weiter ausgeschmiedet, wogegen die Kolben von der vorigen Luppe ganz ausgereckt werden, sobald die Schirbel der jetzt bearbeiteten Luppe zur Hälfte ausgeschmiedet sind. Bei der ersten Methode müssen jedoch, um die Kolben ins Feuer bringen zu können, die ausgeschmiedeten Enden in Wasser abgelöscht werden, was schlechtes, brüchiges Eisen nicht gut aushält. Bei der letztern wird oft eine Verzögerung veranlaßt, weil nicht eher auf-

gebrochen werden kann, als bis das Eisen von der vorigen Luppe ganz ausgeschmiedet worden ist.

Tritt kein Hinderniß ein, so muß der Hammer bis zur völligen Vollendung des Ausschmiedens unaufhörlich arbeiten. Die Richtigkeit und Sauberkeit des Schmiedens hängt lediglich von dem Augenmaß und der Geschicklichkeit des Arbeiters ab. Beim Ausrecken muß er bald die gehörige Stärke des Stabes zu treffen suchen, ohne oft auf der hohen Kante abzuschlichten, indem dadurch die Arbeit sehr abgekürzt wird; es müssen auch stets alle vier Seiten des Stabes mit der Hammer- und Amboßbahn in Berührung gebracht werden, indem jene nie so glatt ist, als diese. Wird ein Stab zu kalt, so daß er nicht mit einer Hitze ausgeschmiedet werden kann, so muß vorn ein kleiner Kolben stehen bleiben, der wieder gewärmt und dann völlig ausgeschmiedet wird. Die Arbeit ist bei der deutschen Frischmethode unter vier Mann (Hammerschmiede) vertheilt, und ein fünfter, der Lehrling, ist zu besondern Hülfsleistungen beigegeben. Je zwei Arbeiter verrichten das Einschmelzen, Aufbrechen und Ausschmieden bis zur Vollendung des von der Luppe kommenden Eisens und werden dann von den zwei andern abgelös't. Die Arbeit beginnt in der Nacht vom Sonntag auf den Montag und geht ununterbrochen bis zum Sonnabend Mittag fort. — Den Lohn erhalten die Arbeiter nach der Menge des abgelieferten Stabeisens, welches nach festgestellten Sätzen unter sie vertheilt wird. Außerdem sind sie für die Güte des Stabeisens und gewöhnlich auch für den Verbrauch an Roheisen und Holzkohlen zu einer gewissen Quantität Stabeisen verantwortlich. Mehrverbrauch muß bezahlt werden, Ersparungen werden durch Geld belohnt. Der Abgang an Roheisen bei seinem Verfrischen ist nach der Beschaffenheit des Roheisens und nach der Geschicklichkeit des Arbeiters ver-

schieden. Roheisen mit vielen fremdartigen Bestandtheilen, besonders solches, welches kalt- und rohbrüchiges Eisen liefert, hat wohl 30 bis 40 Procent Abbrand, mittelmäßig gutes graues Roheisen 25 bis 28 Procent. Bei vielen feinen Stäben ist der Abgang etwas größer als bei vielen groben. — Der Kohlenverbrauch ist auch sehr schwankend; in guten Hütten beträgt er 18 bis 20 preuß. Cubikfuß auf 100 cöln. Pfd. — Die wöchentliche Production bei recht verschiedenartigen Dimensionen des Eisens beträgt 50 bis 60 Centner.

Anwendung der erhitzten Gebläseluft.

Auch bei dem Heerdfrischen hat man mit dem besten Erfolge erhitzte Gebläseluft angewendet, wiewohl man nicht überall den günstigen Einfluß derselben auf den Brennmaterialienverbrauch erfahren haben will. Jedoch scheint es, daß zum großen Theil nur die Beibehaltung und sogar die Vermehrung der früher bei kaltem Winde angewendeten Geschwindigkeit des Stroms beim Einschmelzen die Ursache des Mißlingens war, indem erhitzte Luft schon ohnedies einen Rohgang veranlaßt. Wenn man daher weitere Düsen- und Formöffnungen anwendet, so braucht man im Allgemeinen den Feuerbau nicht zu verändern, wiewohl man hierüber noch immer keine übereinstimmenden Erfahrungen gemacht hat. Besonders wirksam zeigt er sich in der Periode des Einschmelzens, ferner bei dem damit verbundenen Ausschweißen der Kolben und bei der Wärmarbeit überhaupt, so wie endlich beim Gareingehen der Eisenmasse. Das Wärmen und Schweißen erfolgt schneller, es ist dabei der Eisenabbrand geringer, und es sind weniger Kohlen erforderlich. Dagegen scheint das Rohfrischen etwas verzögert zu werden, und darin liegt der Grund, wa-

rum der sonst erlangte Zeitgewinn nicht zur Vergrößerung der wöchentlichen Production geführt hat. Man hat daher vorgeschlagen, während des Rohfrischens kalte Luft in Anwendung zu bringen. Das Anlaufen wird durch die erhitzte Luft erleichtert und beschleunigt. Die Größe der erlangten Ersparungen an Kohlen und Eisen ist sehr verschieden und läßt sich nicht mit allgemeinen Zahlen ausdrücken.

Verschiedene Veränderungen und Verbesserungen des Frischfeuerbetriebes.

Man hat wiederholt versucht, die Holzkohlen bei der Heerdfrischarbeit durch Coaks zu ersetzen; allein man hat nie ein günstiges Resultat erlangt. Das gefrischte Eisen behielt roheisenartige Eigenschaften und war gewöhnlich sehr rothbrüchig. Nur sehr reine und sehr leicht entzündliche Coaks aus Backkohlen würden vielleicht anzuwenden sein. Dagegen dürfte ein guter, wenig Asche hinterlassender, schwarzer oder schwarzbrauner Torf in stark gedörrtem, nicht verkohltem Zustande wahrscheinlich ein anwendbares Material sein.

Die mit rohem und halbverkohltem Holze bis jetzt angestellten Frischversuche scheinen zu dem Resultat zu führen, daß weder das Eine noch das Andere hinreichende Hitze im Frischheerd entwickelt, um die Einschmelz- und besonders die mit derselben verbundene Schweiß- und Streckarbeit, sowie die Garfrischarbeit dabei vornehmen zu können, daß sich aber dagegen damit die Rohfrischarbeit sehr gut ausführen läßt. Es hat sich ferner gezeigt, daß das Holz ein gleiches Volum Holzkohlen vollständig ersetzt, daß also die Anwendung desselben mit nicht unbedeutenden ökonomischen Vortheilen verbunden sein wird.

Ein anderer wichtiger und zu berücksichtigender

Punct ist die Benutzung der aus den Frisch-heerden entweichenden Gase, wiewohl sich dieselben anders als die aus den Hohöfen entweichenden verhalten, indem sie weniger Kohlenoxydgas enthalten und daher zu einer neuen Verbrennung weniger geeignet sind. Auch gestatten es die im Frischheerde vorzunehmenden mechanischen Arbeiten nicht, die Gasarten aufzufangen und den Zutritt der Atmosphäre abzuhalten. Es müssen daher die aus dem Frischheerde entweichenden glühenden Gase unmittelbar in die zu erhitzenden Räume geleitet, und aus diesen sodann durch die Esse entfernt werden. Im Allgemeinen hat ein solcher Raum die Construction eines gewöhnlichen Flammofenheerdes, und sie ist im Allgemeinen so einfach, daß sie sich leicht nach einer jeden Oertlichkeit abändern läßt. Winderhitzungsvorrichtungen, lassen sich in der Esse oder auf irgend eine andere Weise anbringen.

Man hat, wie sich leicht erachten läßt, sehr verschiedenartige Einrichtungen dieser Art, und es würde uns sehr weit führen, wollten wir nur die Hauptabänderungen hier anführen. Wir beschränken uns darauf in den Fig. 89 bis 91 ein Frischfeuer mit Vorglühheerde zu Salzahammer bei Mariazell in Steyermark darzustellen. Fig. 89 ist ein Durchschnitt nach **M N**, Fig. 91; Fig. 90 ein Durchschnitt nach **O P**, Fig. 91, und Fig. 91 ein Durchschnitt nach **R Q**, Fig. 90. Diese Anlage wurde in eine gewöhnliche pyramidale Esse der alten Art, der das Gemäuer **G G** angehört, eingebaut. Zu dem Ende mußten jedoch in dem alten Essengemäuer drei Oeffnungen ausgebrochen werden, eine große bei **N**, um darin die Arbeitsöffnung d für den Glühheerd **B**, und die Oeffnung e zur Reinigung des schottischen Lufterhitzungsapparates **C** anzubringen, und zwei kleine auf der gegenüberliegenden Seite zur Ein- und

Ausführung des kalten und erhitzten Windes, wie im Grundrisse Fig. 91 mit punctirten Linien angedeutet wurde. Dagegen ist die hohe Arbeitsöffnung der alten Esse durch das Ziegelmauerwerk f Fig. 91 und Fig. 90 auf eine kleine Arbeitsöffnung reducirt worden, wie aus den Figuren zu entnehmen. Im gewünschten Falle kann bei der Arbeit diese ohnehin nur 21 Zoll hohe Arbeitsöffnung noch durch ein leicht bewegliches Vorhangblech beliebig erniedrigt werden, welches über der Eßbank **a** am Trageisen **b** aufgehängt wird. Die im Frischheerde **A** entwickelte Flamme zieht über die Brücke **g** in den Glühheerd **B**, aus diesem durch die Fuchsöffnung **h** in den Lufterhitzungsapparat **C**, und entweicht bei der Oeffnung **i** endlich in den Raum der alten Esse. Zur Regulirung der Temperatur sollen die beiden Communicationsöffnungen **h** und **i** mit Schiebern versehen sein; bei **i** genügt die nächstbeste Eisenplatte, die darauf gelegt, einen gewünschten Theil dieser Oeffnung frei läßt. Jemehr die Oeffnung **h** bis zu einer gewissen Grenze verengt wird, desto höher steigt die, Temperatur im Glühheerde **B**. Dasselbe gilt bei der Oeffnung **i** für den Lufterhitzungsraum **C**. Damit aber bei einer beträchtlichen Verengung der Oeffnung **h** die Flamme nicht theilweise zur Arbeitsöffnung des Frischheerdes herausschlage, überhaupt der Arbeiter vor dem Frischheerde nicht zu sehr von der zurückgedrängten Hitze beirrt werde, ist eine eigene Abzugsöffnung **C** Fig. 90, angebracht, die ebenfalls in den innern Essenraum mündet. Die Hitzkraft des Glühheerdes wird zum Vorwärmen des Roheisens, der Masseln und Kolben verwendet. Es hat sich dabei mehrmals ereignet, daß das Roheisen unvorhergesehener Weise theilweise geschmolzen ist, ein Beweis der hohen Temperatur. — Die Circulation der Luft im Erhitzungsapparate ist der Art eingerichtet, daß

der durch **k** zugeführte kalte Wind in das Grundrohr (oder Hauptrohr) **m** gelangt, von welchem derselbe durch die sechs Bogenstücke **p** in das gegenüberliegende Grundrohr **n** tritt und bei diesem Uebertritte erhitzt wird; aus dem Hauptrohre **n** wird der erhitzte Wind durch die Leitung **q** dem Eßeisen zugeführt, wie am deutlichsten aus den punctirten Linien im Grundrisse Fig. 91 zu ersehen ist. Der leichtern Aufstellung und Reparatur wegen hat der Erhitzungsraum, statt eines gemauerten Gewölbes, gußeiserne Ueberlagsplatten **s** erhalten, welche zur bessern Hitzhaltung mit Sand überstreut werden. Die Lufterhitzung beträgt durchschnittlich 150 Grad R., in einzelnen Perioden kann dieselbe indeß über 200 Grad getrieben werden.

Am zweckmäßigsten wird der auf diese Weise erhitzte Raum zum Ausschweißen und Ausstrecken der Schirbel benutzt, so daß der wesentliche Theil der Schmiedearbeit von dem Einschmelzen ganz getrennt und somit eine wesentliche Verbesserung des Heerdfrischens herbeigeführt wird, da, wie wir sahen, die Abhängigkeit der beiden Operationen von einander viele Nachtheile hat. Außerdem läßt sich aber in dem Raum, ohne besonderen Aufwand von Brennmateriale, das einzuschmelzende Roheisen vorläufig erwärmen und dadurch das Einschmelzen beschleunigen.

Einen andern Vortheil gewähren die Vorglühheerde dadurch, daß bei ihrem Vorhandensein die hohen Essen ganz überflüssig werden, weil sich die Funken schon im Vorglühheerde größtentheils abstoßen und die Belästigung der Arbeiter durch die vom Frischfeuer mehr oder weniger zurückgedrängte Hitze dadurch sehr vermindert wird, daß die Arbeitsöffnung möglichst klein gehalten wird.

Modification der deutschen Frischmethode.

Man hat auch sonst schon versucht, das Ausschmieden des gefrischten Eisens von dem Einschmelzen zu trennen, indem man im Frischheerde nur die Schirbel abfaßt und sie dann in Gestalt von Kolben zu den Reckherden abliefert. Jedoch wird dabei der Kohlenaufwand bedeutend größer nnd häufig das Eisen nicht so gut, weil man in den Reckheerden den Kolben keine so gute, saftige Schweißhitze zu geben vermag. Am zweckmäßigsten dürfte eine solche Trennung sein, wenn das Roheisen vorher weiß gemacht und durch die entweichenden Gase geglüht, dann bei Holzkohlen verfrischt und zu Kolben ausgereckt wird, welche darauf im Glühofen bei Steinkohlen gewärmt und unter dem Walzwerk zu Stäben ausgestreckt werden. Jedoch sind zu einem Walzwerk viele Frischfeuer und zu dreien derselben ist ein Hammer erforderlich. — Die in manchen Gegenden geltende Einrichtung, daß zwei Feuern nur ein Hammer zugetheilt ist, setzt voraus, daß die Arbeiter in beiden Feuern gleichen Schritt halten, was jedoch schwer zu erlangen ist, weßhalb sie viele Nachtheile hat.

Die hochburgundische Frischmethode.
(Méthode comtoise.)

Diese in Frankreich in ziemlich allgemeiner Anwendung stehende Frischmethode hat auch in Deutschland, in der Schweiz u. s. w. Eingang gefunden, da sie als eine verbesserte Abänderung der deutschen Frischmethode angesehen werden muß.

Die Fig. 92—94 stellen ein Comtéfeuer mit Verglühheerd und mit zwei Formen dar, so wie es bei Zöptau in Mähren im Betriebe ist. Fig. 92 ist der Grundriß, Fig. 93 ein Längendurchschnitt und

Fig. 94 eine äußere Ansicht von vorne. **A** ist der Frischheerd mit seinen beiden neben einander liegenden Formen, **a** die Arbeitsplatte, **k** das Seitenblech, **D** die Arbeitsöffnung, **f** eine kleine Oeffnung zur Reinigung der untern Seite des Windkastens **C** von der angesetzten Frischschlacke. Der kalte Wind wird durch **b** zugeführt, und gelangt im erhitzten Zustande durch **c** zu der Pipe **p**, welcher durch die Leitung **q** nach Wunsch auch kalter Wind geliefert werden kann; vom Windkasten führen die beiden Düsen zu den Formen. In den Glühherd **B** gelangt man durch die beiden Thüren **g** und **h**; aus dem Glühherde führt der Zug durch **d** abwärts nach **e** und sofort zur Esse **E**. Zur Regulirung der Temperatur im Heerde **B** soll in **d** oder **e** ein Schieber angebracht sein, ohne den die Temperatur nie auf eine entsprechende Höhe gebracht werden kann. Von der eigenthümlichen Einrichtung des Frischheerdes werden wir beim Baue des Frischherdes zu sprechen kommen.

Die übrigen Verhältnisse sind ganz dieselben wie bei der deutschen Frischmethode. Jedes Feuer ist mit 4 Mann besetzt, von denen immer je zwei zusammen arbeiten und in einer Schicht gewöhnlich 3 Luppen machen. Der Arbeiter, welcher einschmilzt, verarbeitet das Eingeschmolzene bis zur Luppe und schmiedet auch die gemachte Luppe allein unter dem Hammer aus, eine jedenfalls sehr zweckmäßige Arbeitsvertheilung.

Für den Frischproceß sind folgende Perioden zu unterscheiden:

I. Periode.

Einschmelzen, wobei gleichzeitiges Abschweißen der Schirbel der vorigen Luppe stattfindet. — So=bald eine Luppe aus dem Heerde gebrochen ist, wird

sie von dem Hammerschmidt, der sie darstellte, unter den Hammer gebracht, gezängt und in zwei Schirbel zerschroten, während der andere den folgenden Frischproceß einleitet. Letzterer bringt zu diesem Ende die etwaigen kleinen Eisenbrocken, welche vom Ausbrechen der Luppe im Heerde zurückgeblieben sind, an die Gichtseite des Feuers, bessert schnell, wenn es nöthig sein sollte, die Löschbrust etwas aus*) und schiebt dann die, an dem dem Feuer zugekehrten Ende schon glühende Ganz von dem Aschenzacken her, je nachdem das zu verfrischende Roheisen mehr oder weniger rohschmelzig ist, 0,325 bis 0,541 Meter und auf diese Länge mit einer Neigung von 0,054 bis 0,081 Meter gegen den Horizont, einige Zoll vom Gichtzacken, und diesem parallel oder auch etwas zufallend ins Feuer, so daß das tiefste Ende immer noch etwa 0,081 Meter über der Formhöhe liegt. — Ist etwas Brucheisen mit zu verfrischen, so bringt der Arbeiter ebenfalls, nach dem größeren oder geringeren Grade der Rohschmelzigkeit desselben, 0,25 bis 0,50 des Gewichts auf das ins Feuer reichende Ende der Ganz. Er verwendet bei diesem ersten Brucheiseneinsatze so viel als thunlich alle kleineren Stücke, die er, weil sich für diese das Vorwärmen ohne Nachtheil (Verlust) nicht wohl bewerkstelligen läßt, unvorgewärmt aufgiebt, während größere Brucheisenstücke nicht anders, als vorgewärmt ins Feuer gesetzt werden. Hierauf schüttet der Hammerschmidt den Heerd voll Kohlen, so daß dieselben die Ganz völlig und das Brucheisen je nach seiner Qualität ziemlich oder völlig bedecken. Bei allen diesen Arbeiten, welche

*) Dies ist nicht häufig erforderlich, da die Löschbrust ursprünglich aus schwerem Gestübbe (mit Thon- oder Lehmwasser befeuchteter Kohlenlösche) hergestellt, und durch das, dem Betrieb des Feuers vorhergehende, mehrstündige Abwärmen ziemlich fest zusammengebacken ist.

die Hammerschmiede sehr schnell und geschickt verrichteten, wird selten der Wind gänzlich abgestellt und dieser daher auch, sobald das Feuer mit Kohlen gefüllt ist, zunächst nur wenig verstärkt, um das Einschmelzen einzuleiten.

Wenn der mit dem Zängen der vorigen Luppe beschäftigte Hammerschmidt diese Arbeit verrichtet, die Luppe in zwei Schirbel zerhauen und diese unter dem Hammer abgedreht hat, werden diese Schirbel, der eine vor und der andere zunächst über der Form, in's Feuer gebracht, und eine starke Schaufel der bei'm Zängen gefallenen Hammerbrocken — gare Schlacken und Eisen — auf der Gichtseite aufgegeben. Hierauf wird der Gebläsewechsel etwas verstärkt.

Jetzt erfolgt, wie bei der gewöhnlichen deutschen Frischmethode, das Ausschweißen der Schirbel und das Einschmelzen des zu verfrischenden Roheisens gleichzeitig. Die Aufmerksamkeit des Frischers ist theils darauf gerichtet, den Schirbeln eine gute saftige Schweißhitze zu ertheilen, theils der für jede Luppe einzuschmelzenden Quantität Roheisen den gehörigen Grad der Gare zu ertheilen.

Bei dem Einschmelzen manipulirt der Frischer so, daß er die Ganz nie früher nachrückt, und neues Brucheisen auf der Gichtseite nie früher in den Heerd bringt, als bis das zuerst eingeschmolzene schon einen halbgaren und etwas fest anzufühlenden Teig auf dem Frischboden bildet, welcher zum Garwerden des zunächst einzuschmelzenden Roheisens nicht unbedeutend beiträgt.

Je nachdem das Roheisen mehr oder weniger rohschmelzig ist, je nachdem also kleinere oder größere Quantitäten Roheisen auf einmal eingeschmolzen werden können, findet ein ein- bis dreimaliges Nachrücken der Ganz, oder bei Mitanwendung von Bruch-

eisen, ein ebenso vielmaliges Nachgeben von glühendem Brucheisen statt. Bei diesem Nachrücken der Ganz werden auch stets frische Kohlen und nach und nach sämmtliche Hammerbrocken von der vorigen Luppe mit aufgegeben. Die Arbeiten im Heerde sind folgende:

1. Der Frischer hat den Heerd immer ziemlich gleichmäßig voll Kohlen zu halten, damit das Feuer gehörig in Hitze komme und das Einschmelzen wie das Ausschweißen bemerkt werden könne*).

2. Die Roheisenbrocken, welche auf der Gichtseite ungeschmolzen niedergefallen sind, müssen von Zeit zu Zeit wieder mit der Brechstange in die Höhe gehoben werden, damit sie nicht etwa noch ganz roh zu dem im Heerde schon garenden Roheisen gelangen und die Gare wieder verzögern, sondern ebenfalls vor dem Winde niederschmelzen.

3. Die Formöffnung muß immer rein erhalten werden, damit der Wind seine Richtung nicht ändere oder zurückgetrieben werde.

4. Die Schlacke muß häufig abgelassen werden, indem eine Anhäufung derselben, weil sie während des Einschmelzens immer roh bleibt, theils selbst auf Rohgang hinwirken, theils die oxydirende und daher garende Wirkung des Windes auf die Oberfläche des eingeschmolzenen Eisens hindern würde. Wenn daher der Frischer durch Untersuchen mit der Brech-

*) Es ist immer vortheilhaft, im Anfange einer eingeleiteten Frischoperation die Kohlen nicht zu sparen, weil nur dadurch das Feuer genügend erhitzt werden kann, um für das Garfrischen und Luppenmachen ohne viele Kohlen im Heerde arbeiten zu können, wodurch nicht nur die vorher vielleicht zu reichlich aufgegebenen Kohlen wieder erspart werden, sondern besonders, weil die letzteren Operationen mit wenigen Kohlen im Heerde besser und schneller auszuführen sind, an Kohlen noch gewonnen wird.

stange, oder durch aufgeblasene Schlackenkügelchen, auf eine Anhäufung der Rohschlacke im Heerde schließen kann, muß er sogleich das einzige (hohe) Schlackenloch des Schlackenzackens öffnen und mit dem Schlackenspieß das Ablassen der Schlacken versuchen, wobei er es sich nicht verdrießen lassen darf, wenn er diesen Versuch einige Male vergeblich macht.

5. Die Winkel zwischen dem Formzacken und Frischboden müssen von Zeit zu Zeit mit der Brechstange untersucht werden, um das teigige Eisen gegen den Gichtzacken zurückzudrücken, wobei sich der Eisenteig nach der Mitte des Feuers zu hebt und über die zurückgedrückten Quantitäten nach der Form zu überfließt, wodurch eine Ortsveränderung und dadurch eine gleichmäßigere Gare des im Heerde vertheilten Eisens erzielt wird. Zuweilen geschieht dieses Zurückdrücken aus den Winkeln am Formzacken auch aus dem Grunde, weil dort die Schlacke etwas steif geworden sein kann. Diese Schlacke muß, weil sie Rohschlacke ist, dadurch mehr vor den Wind und in den Schmelzpunkt gebracht werden, damit sie flüssig und ablaßbar werde und nicht späterhin wegen ihrer Eigenschaften einen Rohgang herbeiführe.

6. Je roher der Gang im Feuer ist, um so öfter muß der Frischarbeiter kurz hinter einander mit der kalten Brechstange durch das flüssige Eisen fahren und Spießschalen (Vögel) ziehen, welche dann von der Brechstange abgestoßen und wieder oben auf das Feuer gelegt werden. Dadurch wird das flüssige Roheisen in Bewegung gesetzt und bietet dem Winde und seiner oxydirenden und entkohlenden Wirkung mehr Fläche dar; zugleich aber wird es auch abgekühlt und dem teigigen Zustande, in welchem es ebenfalls leichter zu garen geneigt ist, mehr genähert.

Ist das Ausschweißen und Ausschmieden der Schirbel beendet, so wird von dem seit dem letzten

Nachrücken der Ganz noch in's Feuer ragenden Ganzende das, was sich leicht trennt, mit der Brechstange abgestoßen, sodann die Ganz aus dem Feuer zurückgerückt, wobei wohl auch noch einige Stücke glühenden Brucheisens an der Gicht aufgegeben werden. Das Feuer wird nun mit Kohlen gefüllt, welche gehörig vereinigt werden müssen, worauf das letzte Roheisen langsam niedergeschmolzen wird.

Hiermit ist das Einschmelzen von etwa 80—100 Kilogr. Roheisen beendet*).

Der Kohlenaufwand beträgt für diese erste Periode durchschnittlich 3 Rasses oder 0,333 Kubikmeter.

II. Periode.

Garfrischen oder Roh- und Garaufbrechen. — Sobald das zuletzt aufgegebene Roheisen eingegangen ist, arbeitet man lediglich darauf hin, das im Heerde befindliche Eisen schnell in eine gute Gare zu bringen, weßhalb der Wind etwas verstärkt und dann zum Rohaufbrechen geschritten wird. Zu diesem Zwecke fährt der Arbeiter zunächst mit der Brechstange an der Gichtseite unter das eingeschmolzene Eisen, hebt es ein Wenig und drückt das gehobene und von dem weichen Klumpen dadurch Abgelöste in die Mitte des Feuers, wodurch die bei dem verschiedenmaligen Einschmelzen mit aufgegebenen Hammerbrocken, welche sich an der Gichtseite zu Boden gesetzt haben, in die Mitte des Feuers gebracht werden, wo sie gleichsam einen Frischvogel bilden und so zum Garen des Eisens wesentlich beitragen**). Ferner hebt der Fri-

*) Die Dauer des Einschmelzens richtet sich vorzüglich nach der des Ausschweißens. Letzteres erfordert immer einen Zeitaufwand von 70—80 Minuten.

**) In manchen Hütten der Franche Comté, in welchen ein sehr rohschmelziges Roheisen verfrischt wird, setzt man

scher das Eisen in der Mitte und drückt es endlich, auch hebend, mit der Brechstange aus den Formwinkeln nach der Mitte des Feuers. Diese Arbeiten, durch welche das Eisen in Stücken zertheilt und in solchen erhalten wird, wiederholen sich jetzt öfter, wenn auch nicht immer in derselben Reihenfolge. Dabei muß man, durch die Anordnung der erhaltenen Stücke, den Wind nach den Punkten des Feuers zu leiten suchen, an welchen das Eisen noch am meisten roh und wegen Mangel an Flüssigkeit der Schlacke trocken geht, welches häufig am Aschenzacken der Fall ist. Schlacke wird nun häufig (immer hoch) abgelassen, es werden mit der Brechstange oft Vögel gezogen und der am Boden sich bildende Klumpen fast ununterbrochen ein Wenig gehoben, damit die sich bildende Garschlacke auf das Eisen wirken könne.

Kohlen werden selten, nur dann, wenn der Heerd ziemlich leer ist, nachgetragen.

Zeigen sich die bei'm Eintauchen der Brechstange in das vor der Form flüssige Eisen erhaltenen Vögel oder Spießschalen von glänzender gelblichweißer Farbe und haften sie ziemlich fest an der Brechstange, bildet ferner die an der Brechstange anhängende Schlacke eine gleichmäßig dünne Haut, so hat das Eisen so weit die Gare, um zum Garaufbrechen schreiten zu können. Deßhalb läßt man das im Heerde befindliche Eisen sich zu einem Klump vereinigen und sticht alle hochstechbare Schlacke ab. — Hierauf fährt der Arbeiter mit der Brechstange zuvörderst an der Gichtseite etwas diagonal unter den Klump und wirft, indem er hebt, die eine Hälfte

---

sogleich nach dem Ausbrechen der Luppe etwas Schwahl von einer früheren Luppe mitten auf den Frischboden, damit derselbe mit dem erst einschmelzenden Roheisen einen Frischvogel bilde, welcher die Gare wesentlich befördern soll.

desselben, das Untere zu oberst, auf die Kohlen. Eben so verfährt er an der Formseite und sollte sich bei der Untersuchung mit der Brechstange zeigen, daß in der Mitte des Feuers noch Eisen auf dem Boden hängen geblieben ist, so muß auch dieses empor auf das Feuer gearbeitet werden.

Jetzt wird der durch die Abkühlung des Heerdbodens erstarrte und an dem aufgebrochenen Klump anhängende Schwahl losgestoßen und aus dem Feuer genommen, worauf zum Luppenmachen geschritten wird.

Der Kohlenverbrauch in dieser zweiten Frischperiode ist durchschnittlich 0,056 Kubikmeter*).

III. Periode.

Das Luppenmachen. — Man giebt zunächst eine kleine Quantität Kohlen auf und verstärkt den Gebläsewechsel ansehnlich**), worauf die durch das Garaufbrechen entstandenen Brocken über die Kohlen gearbeitet und so vereinigt werden, daß sie vor dem Winde niedergehen. Dabei ist darauf zu achten, daß nicht etwa ein auf den Kohlen liegender Brocken auf den Boden des Heerdes falle und unverändert in die Luppe gelange.

Das Schlackenstechen fällt ganz weg, hingegen wird, durch Einhalten der Brechstange in das vor

---

*) Die für die verschiedenen Frischperioden als Verbrauch angegebenen Kohlenquantitäten beziehen sich immer auf ein eingeschmolzenes Roheisenquantum von 80 bis 100 Kilogr.

**) Während dessen schiebt der den nächsten Frischproceß verrichtende Arbeiter die Ganz ein Stück in's Feuer, damit sie vorgewärmt werde, so wie er auch das etwa zu verfrischende größere Brucheisen in den Wärmofen bringt. — Soll die Luppe ausgebrochen werden, so wird die Ganz wieder zurückgezogen.



der Form flüssig niedertropfende Eisen, dessen Gare häufig untersucht. Zeigen sich dabei noch röthliche Spießschalen, so durchfährt der Frischer das vor der Form flüssige Eisen rasch hinter einander einige Male mit der Brechstange und zieht auf diese Weise schnell einige Vögel, die er dann abstößt und wieder aufgiebt; oder er läßt die Brechstange wohl auch so lange, als er noch roh niedertropfendes Eisen bemerkt, unter dem niederschmelzenden Eisen im Feuer, wodurch er die noch rohen Eisentheile in dem für diesen Fall ziemlich großen, an der Brechstange anhängenden Vogel vereinigt, aus der Luppe entfernt und durch das Wiederaufgeben desselben zum abermaligen Niedergehen und besseren Garen Veranlassung giebt. — Besonders ist darauf zu sehen, daß sich das Eisen nicht auf dem Heerdboden festsetze, sondern auch dort die gehörige Gare erhalte, weßhalb die Pfanne in der Mitte zuweilen gehoben werden muß, damit sie auf ihrer unteren Seite den Einwirkungen der Garschlacke ausgesetzt bleibe.

Alle etwa auf der Gichtseite niedergesunkenen Eisenbrocken müssen mit der Brechstange sorgfältig in die Höhe gearbeitet und vor den Wind gebracht werden. Die Anordnung der Brocken überhaupt muß eine derartige sein, daß sie dem Winde bei möglichster Näherung unter sich den nöthigen Durchgang lassen, dabei aber ruhig vor dem Winde liegen und nicht zerstreut werden.

Ist der größte Theil der Brocken zur Luppe eingegangen und bemerkt der Frischer von den wenigen noch übrigen nur gaar niedertropfendes Eisen, so läßt er diese gleichfalls ruhig eingehen, nimmt dann mit der Schaufel die Kohlen aus den Winkeln des Heerdes auf und läßt sie über der Luppe vor dem Winde niederfallen, damit die in den Kohlen noch

zerstreuten kleinen Eisenbrocken Gelegenheit erhalten, sich mit der Luppe zu vereinigen.

Hierauf wird das Gebläse fast ganz abgestellt, eine Schaufel voll nasser Garschlacken unter die Kohlen vor der Form gebracht, um die dort sehr hitzige und flüssige Luppe etwas abzukühlen und dann zum Ausbrechen der letzteren geschritten, womit der Frischproceß beendigt ist.

Zum Luppenmachen sind gewöhnlich noch etwa 0,056 Kubikmeter Kohlen erforderlich.

Die Dauer der ganzen Operation überschreitet selten 2,25 Stunden. Das aus der Luppe nach dem Ausschmieden erhaltene Stabeisen beträgt 60—75 Kilogr. und ist von ausgezeichneter Beschaffenheit für warme, wie kalte Bearbeitung. Es ist in groben Stäben von 0,00115 Quadratmeter Querschnitt auf der Bruchfläche von körnig-zackiger Textur, graulicher Farbe und ziemlichem Glanze, während es, zu kleineren Dimensionen ausgeschmiedet oder gewalzt, ein ausgezeichnet sehniges Gefüge mit etwas lichterer Farbe annimmt. Kalt bricht es in gröbern Sorten nur sehr schwer und kann in Dimensionen von 0,009 Quadratmetern (4 alten pariser Linien) oft durch dreißig und mehrmaliges rechtwinkliges Hin- und Herbiegen nicht zum Brechen gebracht werden. Trotz der sehnigen Textur der feinen Stabeisensorten, spitzen diese nicht nur rothwarm, sondern auch kalt ausgezeichnet. Nicht minder gut ist das Verhalten des Eisens in der Schweißhitze. Daher haben z. B. Audincourt und Bourguignon einen großen Theil ihrer Fabrication an die französischen Arsenale, einen andern als Bleche an die im ehemaligen Fürstenthume Montbeillard gelegenen Fabriken für geprägte Blechgeschirre (Beaucourt ꝛc.), einen dritten zu ihrer eigenen Fabrication sehr schöner Weißbleiche zu liefern, während die Frischhütten zu

Bellefontaine und Basvilliers das Material für die Drahtfabriken zu Biel in der Schweiz liefern, in denen besonders auch sehr viel ganz feiner Draht, wie man ihn zur Fertigung todter Blumen benutzt, so wie auch verkupferter*) Eisendraht angefertigt werden.

Bei einem ungestörten Betriebe producirt ein Feuer wöchentlich wenigstens 4000 Kilogr. (80 Centner) Stabeisen, wovon etwa 60 Proc. in starken Stäben von 0,031 Quadratmeter und verschiedene Stürze sind.

Der Roheisenverbrauch beträgt 1350—1375 Kilogr. und der Kohlenverbrauch 7—8 Kubikmeter für 1000 Kilogr. Stabeisen**).

Die beschriebene Frischmethode, mit der gewöhnlichen deutschen verglichen, unterscheidet sich von dieser vorzüglich nur durch das mit der Brechstange übliche Arbeiten im Heerde, durch das Ziehen von Vögeln, die sogleich wieder aufgegeben werden, und dadurch, daß das Eisen mehr, als bei dem meist in Deutschland üblichen Heerdfrischen, in kleinen Brocken gehalten wird: Eigenthümlichkeiten, wodurch die Frischmethode der Franche-Comté sehr viel Analogie mit dem Puddeln erhält und sehr richtig theoretisch begründet erscheint.

Die Vortheile, welche die Anwendung der Comtésischen Frischmethode gewähren, dürften folgende sein:

---

*) Die Verkupferung des Eisendrahtes erheischt, soll ein schönes Fabricat erzielt werden, ein ganz homogenes Eisen. So wurden z. B. bei versuchsweiser Anwendung von Gaseisen in den Bieler Drahtfabriken die Stellen in dem Eisen, wo zwischen den einzelnen Eisentheilen sich fremdartige Körper, die das Zusammenschweißen verhindert hatten, befanden, und welche das Gaseisen nicht selten zeigt, nach der Verkupferung stets sichtbar.

**) Der Abbrand beträgt also 26—27,2 Proc. und der Kohlenaufwand für 100 Pfd. Cölnisch Gewicht 10,58—12,09 rheinländische Kubikfuß.

1. Erzeugt man dabei ein Stabeisen von sehr guter Qualität; namentlich dürfte die Zähigkeit des Eisens gewinnen, wenn auch vielleicht an der mit der sonst üblichen deutschen Heerdfrischerei erlangten Härte des Stabeisens etwas verloren geht*).

2. Producirt man in einer gegebenen Zeit verhältnißmäßig mehr als bei der gewöhnlichen deutschen Frischmethode, selbst bei sehr gutartigem grauem Roheisen, denn wenige Frischfeuer, die ein graues Roheisen nach der meist gebräuchlichen deutschen Frischmethode verarbeiten, werden selbst unter den günstigsten Verhältnissen wöchentlich mehr als 3000 Kilogr. Stabeisen liefern, während in den Comtésischen Feuern unter gleichen Verhältnissen wöchentlich 4000 Kilo dargestellt werden.

3. Ist der Kohlenaufwand (10,58—12,09 rheinländische Kubikfuß für 100 Pfd. cölnisch) gering und der Eisenabbrand (26—27,2 Proc.) keineswegs übermäßig.

4. Durch den Umstand, daß bei dieser Frischmethode fast nie ein völliges Abstellen des Windes erforderlich ist, und daß durch die Arbeiten bei'm Aufbrechen (da das Aufgebrochene nicht aus dem Feuer genommen und auf ganz frische Kohlen gesetzt werden darf) bedeutende Abkühlungen des Heerdes nicht herbeigeführt werden, lassen sich die bei der deutschen Frischmethode vorkommenden häufigen und bedeutenden Temperaturwechsel ganz vermeiden, so daß auch die über den Frischfeuern angebrachten Wärmöfen vortheilhafter als bei der deutschen Frischmethode benutzt werden können, wie dies zu Audincourt, Bourguignon, Bellefontaine, Basvilliers rc. für den Be-

---

*) Für die Blechfabrication ist wohl das durch die Comtésische Frischmethode erlangte Stabeisen ganz besonders geeignet.

trieb der Stabeisen- und Blech-Walzwerke, sowie der Kleinhämmer mit dem besten Erfolge geschieht.

Wir wenden uns nun zu der Betrachtung einiger anderer Heerdfrisch-Methoden.

Die Wallonenschmiede

sucht garschmelzendes Roheisen möglichst gar einzuschmelzen, dann sogleich gar aufzubrechen und eingehen zu lassen. Es nnterscheidet sich diese Methode von der deutschen dadurch, daß sie jedesmal nur so viel Roheisen einschmilzt, als zu einem 40 bis 60 Pfund schweren Kolben erforderlich ist, welcher unter dem Hammer gezängt und an einen besondern Reckheerd oder an das Schmiedefeuer abgeliefert wird. Die Arbeit geht aus diesen Gründen sehr rasch; es lösen sich je zwei und zwei Arbeiter in 3stündigen Schichten ab. Das zu einer Luppe erforderliche Eisen ist in ½ Stunde abgeschmolzen, und es werden daher in einer Schicht 6 Luppen gemacht und in derselben Zeit im Schmiedefeuer zu Stäben ausgereckt. Bei'm Einschmelzen wird wenig und bei'm Frischen, zur Beförderung des Garens der Masse, viel Wind gegeben. Je weißer das Roheisen ist, je entfernter wird es von der Form gelegt, jedoch nicht von der Seite der Gicht, sondern des Aschenzackens.

Bei dem Bau des Feuers ist zu bemerken, daß der Form- und der Hinterzacken in einem stumpfen, der Hinter- und der Gichtzacken in einem spitzen Winkel gegen einander stehen; daß die Länge des Heerdes 31 bis 32, die Breite 30, die Tiefe 7 bis 7½ Zoll beträgt, und daß die Form 10½ Zoll vom Hinterzacken entfernt ist und gewöhnlich eine Hintermündung erhält. Da dieser lange Raum bei den kleinen Luppen durch Lösche eingeengt werden muß, der Kohlenbrand dadurch erhöht, die Hitze zerstreut

und das Frischen verzögert wird, so ist er sehr überflüssig; wogegen die kleinen Luppen und das häufige Durcharbeiten des Eisens im Frisch- und im Reckheerd ein sehr gutes Product werden lassen. — Der letztere hat einen eisernen Boden und einen eisernen Formzacken und ist übrigens mit Lösche umstellt. — In der Eiffel liefern 8 Arbeiter in einem Frisch- und einem Schmiedeheerd wöchentlich 110 bis höchstens 120 Centner Stabeisen; an der Niederlahn zwei Frischheerde mit einem Wärmheerd und einem Hammer gewöhnlich 160 Centner, und es werden dabei zu 100 Pfd. Stabeisen 15 bis 16 Kubikfuß Kohlen verbraucht, so wie der Abgang von dem sehr vorzüglichen Stabeisen 28 Proc. beträgt. In der Eiffel steigt er bis zu 33 Proc. — bei sehr garschmelzendem Roheisen wird bei sehr flach geführtem Winde gar nicht aufgebrochen, sondern die Luppe wird sogleich bei'm ersten Niederschmelzen fertig. — Neuerlich erfolgt das Wärmen auch bei Steinkohlen in Schweizhöfen und das Ausstrecken der Stäbe unter Walzwerken.

Die Löschfeuerschmiede

bringt sehr garschmelzendes Roheisen mit einem Zusatz von Stabeisen möglichst schnell und ohne Aufbrechen zur Gare und verrichtet das Ausschmieden der Luppe in demselben Heerd, aber nicht gleichzeitig mit dem Einschmelzen und Frischen. Zuerst werden die Schirbel und Kolben von der vorigen Luppe ausgeschmiedet, dann wird das Roheisen ein- und dann gar niedergeschmolzen. Man findet diese Methode nur im Henneberg'schen in Thüringen. — Die Löschfeuer bestehen bloß aus einer Grube aus Kohlenlösche von 9 bis 10 Zoll Tiefe und einer 4 bis 5 Zoll starken Löschsohle. Die Form steht 6 Zoll in den

Heerd, und weicht nur wenig von der Horizontale ab; Länge und Breite der Grube sind sehr unbestimmt.

Das zum Verfrischen angewendete Stabeisen besteht vorzüglich aus garem Eisen aus den Stücköfen, den sogenannten Güssen oder Gußstücken, oder da, wo diese fehlen (da jetzt der unvortheilhafte Stückofenbetrieb fast überall aufgehört hat), aus altem Stabeisen. Bei'm Ausschmieden werden die Kolben mit vielen garen Hammerbrocken bestreut, so daß sich im Heerde viele Garschlacke sammelt, welche die Verbindung mit dem zuerst einzuschmelzenden Stabeisen, eine gare Grundlage für das demnächst einzuschmelzende weiße Roheisen (blumige Flossen) aus dem Blauofen, welches als Scheibeneisen angewendet wird, bilden muß. Das durch das Niederschmelzen des Stabeisens mit dem Schwahl und mit den grauen Hammerbrocken gebildete gare Eisen nennt man Frischvogel. Sind keine Gußstücke vorhanden und kann man auch nicht so viel altes Eisen herbeischaffen, als zur Bildung des Frischvogels erforderlich ist, so bildet man denselben oder ein sogenanntes Frischstück im Heerde selbst, indem man 40 bis 50 Pfd. Scheibeneisen mit Schwahl niederschmelzt und so die Grundlage bildet.

Zuerst wird die von aller Garschlacke gereinigte Grube voll Kohlen geschüttet, die Kolben von der vorigen Luppe unter Zusatz vieler garer Zuschläge ausgeschmiedet und dann zur Bildung des Frischvogels geschritten. Bei'm Ausschmieden entsteht der Schwahl, welcher die Grundlage für den Frischvogel bildet, indem man das zu demselben bestimmte Eisen langsam von der Stange abschmelzen läßt. Altes Eisen wird in zwei oder drei Abtheilungen in's Feuer gebracht und, wenn es die Schweißhitze erhalten hat, mit einer Schaufel zusammengedrückt, mit

Kohlen bedeckt und niedergeschmolzen. Werden Gußstücke oder Scheibeneisen zu einem Frischstücke angewendet, so spannt man das Eisen in eine Zange und bringt es unmittelbar vor die Form. Ist der Frischvogel gebildet, so schmelzt man das Scheibeneisen ein, indem zuerst die erste, dann die zweite, dritte Stange ꝛc. mit dem erhitzten Scheibeneisen vor der Gicht nach und nach der Form näher gerückt werden, so daß sich die zweite Stange anwärmt, während die erste, der Form zunächst gehaltene, abschmilzt, u. s. f. Das niedergeschmolzene Eisen bildet mit dem Frischvogel gares Eisen. Gewöhnlich werden ¼ bis ⅜ Centner Gußstücke oder altes Stabeisen und 1½ bis 2 Centner Scheibeneisen zu einer Luppe genommen. — Der Abgang beträgt an 33 Procent, der Kohlenverbrauch über 30 Cubikfuß zu 100 Pfund Stabeisen. Ein Löschfeuer liefert wöchentlich 50 bis 60 Centner Stabeisen von vorzüglich guter Beschaffenheit.

Die Siegen'sche Einmalschmelzerei

unterscheidet sich von der Steyer'schen, die wir weiter unten betrachten werden, dadurch, daß das niederschmelzende leichtfrischende Roheisen in Gänzen auf die Gichtseite gelegt und nur hin und wieder in Zangen vor die Form gehalten wird, sowie daß sehr große, 3½ bis 4 Centner schwere, Luppen angefertigt werden und häufig Schlacke abgelassen wird. Das Roheisen ist bei leichtflüssigen Beschickungen in nicht sehr hohen Oefen und aus mehrentheils manganhaltigen Erzen erblasen, ist leicht zum Weißwerden geneigt, enthält nur wenig Silicium und kann daher ohne Gefahr schnell zur Gare gebracht werden. Das Einschmelzen geschieht über und vor dem Winde, und die während des Ausschmiedens zugesetzten vielen

garen Zuschläge befördern dieses Garwerden. Alle 3 Stunden ist eine Luppe fertig.

Das Feuer ist 24 Zoll lang, Hinter- und Formzacken hängen 3 Zoll in den Heerd und machen einen spitzen Winkel mit einander, der Boden fällt nach dem Vorheerd- und Gichtzackenwinkel zuweilen um ¼ Zoll, der Gichtzacken ist gewöhnlich durch Lösche ersetzt. Die halbrunde, etwa ¾ Zoll hohe und 1 bis 1½ Zoll in den Heerd hineinstehende Form bildet mit dem Formzacken gewöhnlich einen rechten Winkel, das Roheisen wird ihr bis auf 9 Zoll genähert und liegt über dem Windstrome, der zuweilen so geneigt wird, daß er die Mitte des Bodens trifft.

Obgleich unter den angewendeten 7 Centner schweren Hämmern nur 3zöllige Stäbe geschmiedet werden, so dauert das Schmieden doch fast ebenso lange, als das Einschmelzen, weßhalb durch das Wärmen große Pausen entstehen und ein Hammer daher zwei Feuer versehen kann. — Wöchentlich erfolgen 180 bis 200 Centner grobes, unter Reckhämmern oder Walzen weiter zu verarbeitendes Eisen, mit etwa 18 Procent Abgang und einem Aufwande von 6 bis 9 Cubikfuß der besten harten Kohlen auf 100 Pfd.

Die Osemundschmiede

in der Grafschaft Mark schmelzt jedesmal soviel garschmelzendes, vorzüglich reines Roheisen von der über dem Hinterzacken vor der Form liegenden Ganz gar ein, als zu einem Kolben erforderlich ist, welcher mit der Anlaufstange aus dem Heerde genommen und sogleich unter dem Hammer ausgezogen wird. Die Arbeit kann nicht eher beginnen, als bis der Heerd voll flüssiger Garschlacke ist, weßhalb zu Anfang des Schmelzens Schwahl und gare Hammerbrocken (soge-

nannte Kloot) eingeschmolzen werden. Gare Schlacke wird nur sehr selten abgestochen.

Das Feuer ist 12 Zoll breit, 27 Zoll lang, 7 Zoll tief und die Form 7 Zoll vom Hinterzacken entfernt. Sie steht 2 Zoll in den Heerd und hat eine sehr starke Neigung. Der Boden ist nur 16 bis 17 Zoll lang, indem der ganze Vorheerd mit Lösche ausgelegt ist. Man wendet einen heftigen Wind an und läßt das Roheisen 5 bis 6 Zoll über der Form schmelzen; es erlangt bald die Gare, backt zu mehreren kleinen Brocken zusammen, welche mit einem Handspieß gelüftet und vor den Wind geführt werden müssen, während man eine Anlaufstange in das Feuer bringt, um die Brocken anschweißen zu lassen. Sind, unter stetem Umdrehen der Anlaufstange in dem Windstrom, etwa 20 Pfd. angelaufen, so wird der Kolben aus dem Feuer genommen und sogleich ausgeschmiedet, während ein anderer in das Feuer gehalten wird.

Das erhaltene Eisen ist sehr weich und außerordentlich zäh und wird hauptsächlich zur Drahtfabrication benutzt. Zum Ausrecken der Kolben dienen leichte Schwanzhämmer. Der Abgang des Roheisens soll 25 Procent und der Kohlenaufwand auf 1 preuß. Centn. etwa 23½ Cubikfuß betragen. — In Schweden ist auch eine ähnliche Frischmethode, eine eigentliche Wallonenschmiede, hin und wieder im Betriebe.

Wir haben nun noch diejenigen Heerdfrischarbeiten zu betrachten, welche in den sehr eisenreichen südlichen Provinzen des österreichischen Kaiserstaates seit Jahrhunderten üblich sind, und die von den oben beschriebenen mehr oder weniger wesentlich abweichen. Man wendet in jenen Ländern: Erzherzogthum Oesterreich, Steyermark, Kärnthen, Krain, Salzburg, verschiedene Frischmethoden an. Wir unterscheiden bei denselben zuvörderst zwei Hauptarten, je nachdem weißes,

weiches, schnell frischendes Roheisen, oder graues, langsam frischendes zu verarbeiten ist. Das erstere wird ohne alle weitere Vorbereitung, Vorfrischung, sogleich mit einem Male gar eingeschmolzen, wogegen das graue Roheisen, sowie das halbirte und das langsam frischende weiße, entweder einer besondern Vorfrischung unterzogen, oder in einem und demselben Heerde bei ununterbrochener Arbeit mehrmals niedergeschmolzen werden muß. Das letztgenannte Verfahren umfaßt wiederum die deutsche Frischmethode, die neuerlich auch in Oesterreich eine ausgedehntere Anwendung erlangt hat, da auch dort die Holzkohlen im Preise steigen, und da die deutsche Frischschmiede das Brennmaterial am besten benutzt.

Jetzt sind jedoch in jenen Ländern noch diejenigen Frischmethoden vorwaltend, welche es mit einem leicht oder schnell frischenden Roheisen zu thun haben, die man unter der allgemeinen Benennung Einmalschmelzerei zusammenfassen kann. Diese Frischmethode haben demnach die größte Wichtigkeit und sollen hier zunächst in Betrachtung kommen. Ihre ausgebreitete Anwendung wird nicht bloß durch das große Quantum von weißem, weichem Roheisen, welches in Vordernberg und Eisenerz (jährlich bei 500,000 Centner) producirt wird, bedingt, sondern auch das langsam frischende weiße, wie das graue Roheisen wird zum größten Theil durch eine Vorfrischung in den Zustand des leichtfrischenden Roheisens gebracht und dann ebenfalls der Einmalschmelzerei unterzogen.

Die Einmalschmelzerei wird in Steyermark rc. sehr verschieden ausgeführt; wir können jedoch bloß auf die wesentlichen Verschiedenheiten Rücksicht nehmen und demnächst folgende Arbeiten für sich betrachten:

die österreichische Schwallarbeit,

die steyrische Löscharbeit,

die kärnthische Löscharbeit mit gebratenen Blatteln und Kortitsch,

die steyrische Wallonenarbeit, und

die salzburgische Sinterarbeit.

Diese Aufeinanderfolge der verschiedenen Einmalschmelzereien bezeichnet uns zugleich die Wichtigkeit derselben, indem die Schwallarbeit die wichtigste und ausgedehnteste, die Sinterarbeit hingegen die am wenigsten übliche Frischarbeit ist.

Da ich hier nur eine kurze Uebersicht dieser Frischmethoden, die hauptsächlich ein locales Interesse haben, geben kann, so muß ich auf das Tunner'sche Werk verweisen.

Die österreichische Schwallarbeit.

Der Heerd besteht aus gußeisernen Platten und hat folgende Dimensionen: Länge am obern Rande 27 Zoll, am Boden 22 Zoll; Breite der Formwand am obern Rand 18, am Boden 13 Zoll, die Windseite oben und unten 2 Zoll breiter. Vom Rande des Sinterblechs bis zum Schwallboden 14 Zoll, vom Formzacken bis dahin 11 Zoll, und von der Formmündung 8 bis 9 Zoll. Die Formöffnung liegt in der Mitte über dem Zacken; das Stechen der Form 24 bis 26°, die Düsenmündung kreisrund und $\frac{5}{4}$ Zoll weit; das Formmaul halbrund, $\frac{5}{4}$ Zoll breit und fast ebenso hoch.

Der Boden besteht aus garer Frischschlacke oder Schwall, theils in fein gepochtem Zustande, zum größten Theile aber in großen, dichten Stücken, welche letztere in eine Schicht Schwallpulvers wie ein Straßenpflaster gelegt wird. Je dichter ein solcher Boden, um so haltbarer ist er, und dauert dann oft mehrere Monate lang. Er darf nicht so sehr aufgelös't oder erniedrigt werden, weil sonst ein Rohgang erfolgt;

es muß daher immer dahin gesehen werden, daß die Entfernung des Bodens von der Form die normalmäßige von 8 bis 9 Zoll sei.

Das zweckmäßigste Roheisen für die Schwallarbeit ist das großluckige oder die sogenannten Schwallflossen, indem aus denselben bei dem geringsten Eisen- und Kohlenverbrand das beste Stabeisen dargestellt wird.

Bei den verschiedenen Arbeiten eines Schwallfrischens lassen sich am besten die folgenden 5 Abtheilungen machen: die jedesmalige Vorbereitung des Heerdes beim Beginnen einer neuen Luppen- oder Dachelbildung, der Ausheitzproceß, die Bildung des Zerrenn- oder Frischbodens, das eigentliche Zerrennen oder Frischen, oder das Zu- oder Nachzerrennen.

Ist der Heerd kalt, so muß er bis auf den Schwallboden ausgeräumt werden. Darauf wird die durch ein Rätter geworfene Lösche mit Wasser begossen, gehörig mit der Schaufel durchgearbeitet, und es wird mit dieser feuchten Lösche der Heerd in den vier Ecken so ausgeschlagen, daß in der Mitte der Schwallboden frei bleibt. Vorn, auf der sogenannten Eßbank wird ein 4 bis 6 Zoll hoher Wall von der feuchten Lösche aufgeführt. Darauf wird der Heerd mit Kohlen ausgefüllt. Die Vorbereitung eines schon gebrauchten Heerdes, nachdem ein Dachel oder eine Luppe ausgebrochen worden ist, richtet sich darnach, ob er bei dem Ausbrechen des Dachels mehr oder weniger verletzt wurde. Auf dem Boden muß alsdann sogleich Hammerschlag geworfen werden.

Gewöhnlich wird der Dachel bei der Schwallarbeit in 8 Masseln zerschroten, und eine jede derselben muß wenigstens zwei Hitzen erhalten, so daß für den ganzen Dachel wenigstens 16, oft jedoch mehr als 20 Hitzen zu machen sind. Dieser Ausheizproceß ist die angestrengteste Periode bei der Schwallarbeit.

indem dabei schon ein großer Theil des Frischprocesses selbst ausgeführt werden muß. Zuerst werden nur 3 Masseln in das Feuer gehalten, während die andern 5 Stück entweder in einen kleinen, einfachen, mit Lösche gefüllten Schachtofen zum Warmhalten vergraben, oder in den Vorglühheerd gebracht werden, wo ein solcher vorhanden ist. Gleichzeitig mit den 3 Masseln werden von der Windseite 50 bis 60 Pfund Roheisen eingesetzt, welche bereits bei der vorigen Dachelbildung vorgewärmt worden sind. Von den Masseln werden zuerst die sogenannten Ranftmasseln gewärmt, welche von den äußern Theilen des Dachels herrühren, und weil sie weniger rein sind, stärkere Hitzen erhalten müssen, als die Kernstücke aus dem mittlern Theile des Daches. Die Windpressung ist in dieser Periode niemals die volle.

Ist nun eine Massel aus dem Feuer genommen, um zu einem Kolben ausgeschmiedet zu werden, so wird eine andere an ihre Stelle gelegt. Ist ohngefähr die Hälfte der Masseln ausgeheitzt, so werden abermals 50 Pfd. Flossen in den Heerd gebracht, und wenn nur noch 2 Masseln in demselben befindlich sind, nochmals 50 Pfund. Eine vierte Flossengarbe von gleichem Gewicht wird in den Heerd gebracht, sobald das Ausschmieden vollendet ist. Der Arbeiter hat nunmehr bloß auf das Zerrennen zu achten. Ist die erste Garbe ganz von der Zange abgeschmolzen, so wird die vierte Garbe an die Stelle der ersten gelegt, und es wird eine fünfte Garbe von 30 Pfunden eingebracht, so daß 230 bis 235 Pfund Roheisen das gewöhnliche Quantum für ein Dachel sind.

Der Frischproceß muß stets in einem angemessen garen Gange fortgeführt werden, und nächstdem erfolgt die Regulirung auch noch durch die Menge und Art der Zuschläge, durch Abstechen des Sinters,

und durch die Verschiedenheiten in der Stärke des Windes. Das wesentlichste Anhalten für diese Regulirung des Ganges gewährt: erstens, das Verhalten des Frischbodens, welcher deßhalb beim öftern Durchräumen des Eßeisens von Zeit zu Zeit mit dem Räumspieße untersucht werden soll. Dadurch erhält man zugleich zweitens über die Menge und Art der auf dem Zerrennboden befindlichen Schlacke Aufschluß, indem selbe den Räumspieß mehr oder minder belegt und ihre Beschaffenheit nach dem Aussehen und Verhalten beim Erkalten zu erkennen giebt. Endlich drittens gewährt selbst das Aussehen der Flamme, besonders des Lauches, einiges Anhalten in dieser Beziehung, und obschon diese Erscheinungen nicht sehr scharf sind, werden sie doch am häufigsten benützt, weil man sie, ohne weitere Bemühung von der Arbeitseite aus, beständig vor Augen hat.

Auf dem Boden befindet sich immer, sobald das vollständige Niederschmelzen erfolgt ist, sogenanntes Dünneisen, nämlich der klebrige Zustand eines guten Schweißbodens, und je garer das Frischen, um so mehr Dünneisen bildet sich. Die Windpressung nimmt nun zu und beträgt etwa 24 Zoll Wassersäule.

Sind endlich alle garen Zangen aus dem Feuer genommen, so folgt das sogenannte Zu- oder Nachzerrennen, welches 10—20 Minutend auert, und da bei dessen Beendigung schon fast alle Kohlen verzehrt sein sollen, damit sie beim Ausbrechen des Dachels nicht hindern, so muß mit dem Kohlenaufgeben gegen Ende des Zerrennens schon Rücksicht genommen werden. Der Zweck dieser Arbeit ist, das Dünneisen zu verkochen, alle noch im Feuer befindlichen losen Brocken, die von den letzten Flossenresten und den Zusätzen stammen, einzuschmelzen, die Ränder und Belegungen von dem herumgeworfenen Dünneisen an

der Oberfläche des Dachels zu ebnen, abzustoßen und wieder einzuschmelzen, und endlich die Schlacke zu entfernen. Um das Umherschleudern der Kohle zu verhindern, muß der Wind nach und nach geschwächt werden. Nach dem Aeußern des Dachels kann mit vieler Sicherheit auf die innere Beschaffenheit desselben geschlossen werden. Ist der Verlauf des Frischprocesses ganz normal, so ist der Dachel voll und eben, hat eine lichte, rein metallische Farbe von starr glühendem Eisen und ist unten convex, aber nicht glatt.

Die Hämmer, welche bei der Schwallarbeit benutzt werden, haben gewöhnlich ein Gewicht von 500 Pfd., einen Hub von 18 bis 20 Zoll, und thun in der Minute wenigstens 120 Schläge. Ein Hammer bedient in der Regel zwei Frischfeuer. In diesem Fall, und wenn in der Schicht 10 Dachel gemacht werden, besteht die Bedienung aus 6 Mann. Das erzeugte Eisen besteht vorwaltend aus Nageleisen, aus Zaggeln und aus Drahteisen. Die Stärke dieser Stäbe beträgt im Durchschnitt $\frac{3}{4}$ Zoll. Der Abgang ist zu 14 bis 15 Procent anzunehmen, und der Kohlenverbrauch auf 100 Pfd. Stabeisen an 20 bis 25 Cubikfuß größtentheils Fichtenkohlen.

Die Steyrische Löscharbeit

ist die in Steyermark altübliche Methode und bis jetzt auch noch die verbreitetste. Der Heerd ist gemauert, und man kann ihn sowohl zum Weichzerrennen, d. h. zur Stabeisenerzeugung, als auch zur Rohstahlarbeit, zum Hartzerrennen des grauen Roheisens und zum Ausheizen ꝛc. anwenden. Die Form erhält bei diesen verschiedenen Anwendungen eine etwas verschiedene Lage und Größe. Bei einer Heerdgröße von 27 Zoll Breite, 30 Zoll Länge und 15 bis 18

Zoll Tiefe, werder per Dachel 200 bis 250 Pfund Roheisen eingerennt; bei Draht und Nageleisen jedoch nur 150 bis 200 Pfund.

Die Zurichtung des Heerdes ist fast dieselbe wie bei der Schwallarbeit. Das Dachel wird gewöhnlich in 4, höchstens 6 Masseln zerschroten, welche alle zu gleicher Zeit in's Feuer kommen, weßhalb auch zu Anfang des Ausheizens kein Roheisen in den Heerd gelangt. Sind nur noch 2 Masseln oder Kolben in demselben, so wird die erste Flossengarbe von 100 bis 150 Pfund eingesetzt. Nach beendetem Ausheizen wird die Gebläseluft geschwächt, und es wird die zweite und gewöhnlich letzte Garbe von 60 bis 100 Pfund eingebracht, worauf 20 bis 40 Pfund Hammerschlag und zerschlagene Schwallbrocken zugeschlagen werden. Das Zu- und Nachzerrennen bietet keine Verschiedenheit von der bei der Schwallarbeit dar. Der Löschdachel hat dasselbe Ansehen wie der Schwalldachel, und der ganze Proceß dauert gewöhnlich zwei Stunden.

Die gewöhnlichen Producte der Steyer'schen Zerrenn- (Grob-, Groß-, Wallas- oder Wälsch-) Hämmer, sind Zaggel und gröbere Stäbe, indem die schwächern unter kleinern Reckhämmern weiter verarbeitet werden. Ein solcher Hammer wiegt 500 Pfd. Der Abbrand beträgt 8—12 Procent, der Kohlenverbrauch etwa 27 Cubikfuß Fichtenkohlen auf 100 Pfund Eisen.

Die Kärnthnische Löscharbeit mit gebratenen Blatteln oder mit Kortitsch.

Die Frischheerde bestehen aus eisernen Zacken, der Boden zuweilen aus einem Stein. Die 4 Seitenwände haben zuweilen eine geringe Neigung nach auswärts, stehen aber auch oft völlig lothrecht. Die

Breite beträgt gewöhnlich 24 Zoll, die Länge gewöhnlich 2 Zoll mehr, die Tiefe 12—14 Zoll. Die Form ist meist halbrund und 1¼ bis 1½ Zoll weit; ihre Neigung in den Heerd beträgt 12—15°.

Das angewendete Roheisen sind gebratene Blattel und nur selten sogenannte Kortitsch (Kartitsch und in Steyermark Has). Von dem Braten reden wir bei der Vorbereitung des Roheisens.

Der Boden besteht aus einer 4 bis 6 Zoll dicken Lage von Lösche, die mit Asche und Schlackentheilen gemengt und fest eingestampft ist.

Die Luppe, in Kärnthen Deul genannt, wird in zwei lange Masseln zerschroten. Jede Massel wird meistens in 6 kleine Kolben geschmiedet. Roheisen wird während des Ausheizprocesses, welcher 2 bis 2½ Stunden dauert, nicht eingeschmolzen. Alsdann werden 200 bis 220 Pfund gebratene Blatteln in zwei Partien eingesetzt, und es werden die einzelnen Blattelstücke, nachdem sich bereits Dünneisen, in Kärnthen Sauer genannt, gebildet hat, oben auf die Kohlen gebracht und dann zu einem Deul zusammengerückt. Die Bearbeitung dieses Deuls erfordert mehr Zeit, als die in Steyermark übliche. Der Kohlenverbrauch beträgt 27—30 Cubikfuß auf 100 Pfund Stabeisen, der Eisenabgang 18 bis 22 Procent. — Die Kärnthnische Löscharbeit hat mehrere Modificationen.

Die Steyer'sche Wallonenarbeit

ist diejenige Frischmethode, bei der der Ausheizproceß vom Frischprocesse getrennt und in einem eignen Wärmfeuer vorgenommen wird. Unter der Steyer'schen Wallonenarbeit versteht man daher jene Modification der Steyer'schen Frischmethode, sowohl mit Löschboden, als auch mit Schwallboden, bei der das Aus-

heizen der Masseln in einem eignen Feuer geschieht. Es hat dieses Verfahren in Steyermark eine nicht unbedeutende Ausdehnung, jedoch wird es nicht erforderlich sein, Weiteres darüber zu sagen.

Die Salzburgische Sinterarbeit

war noch vor mehreren Jahren im Salzburgischen sehr verbreitet, ist aber jetzt wegen ihres großen Kohlenverbrauchs fast gänzlich aufgegeben. Sie hat nur insofern Interesse, als man dadurch das größte Quantum Hammersinter oder Hammerschlag aufzuarbeiten im Stande ist, welcher in manchen Gegenden zu sehr billigen Preisen zu haben ist. Liegen die Frischfeuer in der Nähe der Blauöfen, so werden die abgestochenen Flossen sogleich nach dem Erstarren, jedoch noch glühend, unter einem Hammer mit breiter Bahn zu Pulver zerpocht. Liegen aber Frischfeuer und Blauöfen nicht zusammen, so müssen die Flossen erst in einem Feuer rothglühend gemacht werden, um sie zerpochen zu können.

Das Roheisenpulver wird mit Glühspan und gepülverter Garschlacke gemengt und dann durch langsames Niederschmelzen zur Gare gebracht. — Der 22 Zoll breite und 24 bis 26 Zoll lange Heerd besteht aus einem Boden von Ziegelsteinen und aus eisernen Zacken, und der Löschboden liegt etwa 7 Zoll von der stark geneigten Form entfernt, durch welche nur ein schwacher Windstrom geführt wird, weil die Masse möglichst langsam niedergehen muß.

Die Arbeit beginnt mit dem Ausheizen und Ausschmieden zu Kolben der beiden Luppenstücke, und gleichzeitig wird schon etwas von der aus gepochtem Roheisen, Glühspan 2c. bestehenden Beschickung über die Kohlen gestreut, bis nach und nach etwa 140 bis 150 Pfund Beschickung zu einer Luppe eingerennt

werden. Darauf wird das Feuer abgeräumt, die etwa 100 Pfund schwere Luppe ausgebrochen und unter dem Hammer in zwei Stücken zerschroten. — Die Kolben werden in einem besondern Wärmfeuer ausgeheizt und zu Stäben ausgezogen, jedoch wird in demselben, während des Ausschweißens der beiden Kolben auch etwas Beschickung in's Feuer gebracht und davon eine kleine Luppe, welche nur einen Kolben giebt, gemacht. — Beide Feuer liefern wöchentlich 28 bis 30 Centner Roheisen, der Eisenabgang beträgt bei den vielen garen Zuschlägen nur 13 bis 15 Proc., wogegen aber zu 100 Pfund Stabeisen über 45 Cubikfuß Kohlen erforderlich sind, wobei nicht einmal diejenigen gerechnet werden, die zum besondern Glühen des Roheisens erforderlich sind.

Es giebt zwar noch manche andere Frischmethoden außer den vorstehend beschriebenen, allein sie haben eine geringere Wichtigkeit, als dieselben, und können daher in einem Werke, wie das vorliegende füglich weggelassen werden.

Vorbereitung des Roheisens zum Frischprocesse.

Es ist zwar möglich, auch das graueste Roheisen, bei sehr großer Vorsicht, sehr langsamer Arbeit und viel Zuschlägen, durch die Einmalschmelzerei zu verfrischen; allein es kann dies nur durch einen großen Aufwand an Kohlen bewirkt werden und ist daher sehr unvortheilhaft. Man unterwirft daher das graue und namentlich das aus strengflüssigen Beschickungen erblasene unreine Roheisen, wenn es nicht durch die deutsche Frischmethode zu gute gemacht wird, einem vorbereitenden Proceß, einer Vorfrischung, d. h. einer theilweisen Reinigung.

Das Vorfrischen kann auf zwei wesentlich ver-

schiedenen Wegen ausgeführt werden, indem man das Roheisen entweder in einen flüssigen Zustand, oder nur in die Glühhitze versetzt; in einigen sehr beschränkten Fällen vereinigt man auch beide Methoden. Die erste nennt man das Raffiniren, Feinen, Weißmachen oder Hartzerrennen, die zweite das Braten des Roheisens. — Wir wollen die hauptsächlichsten Vorfrischmethoden kurz beschreiben:

Das Ablöschen des in Gänzen oder Scheiben aus dem Ofen abgelassenen Roheisens. Die Umänderung des grauen Roheisens in weißes ist dabei um so vollständiger, je leichtflüssiger die Beschickung war, aus der es erzeugt wurde, und je schneller die Abkühlung vor dem völligen Erstarren bewirkt wird; ein vollständiges Weißen erfolgt aber durch das Ablöschen nicht, und bei aus strengflüssiger Beschickung erblasenem Roheisen ist es gänzlich unanwendbar, weil dies alles Silicium und alle Kohle behält.

Durch das Granuliren läßt sich das Weißwerden zwar vollständiger bewirken, als durch das Ablöschen, allein der Silicium- und Kohlegehalt können dadurch ebenfalls nicht vermindert werden.

Das Weißmachen des grauen Roheisens im Hohofengestelle selbst, und zwar:

a) Durch Einwirkung von reinen Eisenerzen (Eisenoxyd) auf das im Gestell befindliche flüssige Roheisen, durch das sogenannte Füttern, welches Verfahren bei der Gießerei beschrieben wird. Jedoch kann diese Vorbereitungsmethode zum Frischprocesse nur bei sehr gutartigem und wenig Silicium enthaltendem Roheisen anwendbar sein, weil sich dadurch nur der Kohlegehalt vermindert.

b) Durch den Windstrom des Gebläses, der zu gewissen Zeiten auf das flüssige Roheisen geleitet wird. Man nennt diese, vorzüglich in der Eiffel an-

gewendete, Methode das **Läutern** oder **Destilliren**. Das Verfahren dabei ist folgendes:

Sobald das Gestell bis auf 2 Zoll unter der Form mit Roheisen angefüllt ist, bildet man unmittelbar über der Formöffnung durch einen Lehmklumpen oder durch Hohofenschlacke, eine künstliche Nase über der Formöffnung und zieht zu gleicher Zeit die Schlacke im Gestell möglichst rein ab. Zwischen Tümpel und Wallstein schiebt man einen Schlackenkuchen, um zu verhindern, daß kein flüssiges Eisen über den Wallstein geworfen werde. Darauf wird der Wind verstärkt, das flüssige Eisen in eine wallende Bewegung gesetzt, und der übrige Gang des Hohofens verändert sich während dieser Zeit nur in sofern, daß die Gichten langsamer niedergehen. Die sich bildende Schlacke wird mehrmals abgezogen oder läuft von selbst ab; das flüssige Roheisen verändert nach und nach seine Farbe und wird immer heller, welches, nebst einem Funkensprühen aus dem Gestelle in die Form, das Zeichen der Beendigung des Läuterprocesses ist, indem letzteres auf ein schon beginnendes Verbrennen des Eisens deutet. Die Dauer des Läuterns ist je nach der Weite des Gestelles, nach längerer oder kürzererer Betriebszeit des Ofens verschieden und beträgt 3 bis 4 Stunden. — Das Eisen wird in einen, aus kleinen Schlackenstücken und etwas Sand bestehenden Heerd, unter lebhaftem Funkensprühen, abgelassen; es ist silberweiß, in der Regel luckig und hat eine ebene Bruchfläche. Ungeläutert ist es grau, dicht und grobkörnig.

Nach dem Abstich wird das Gestell sorgfältig gereinigt, die Stichöffnung geschlossen, es werden einige Schaufeln klein geschlagener Läuterschlacken in das Gestell geworfen, es wird die Nase von der Form abgestochen, die letztere selbst gereinigt und mit dem Schmelzen wieder begonnen. — Dieses einfache und

wohlfeile Verfahren ist jedoch nur bei leichtflüssigen Beschickungen anwendbar.

Ein ähnliches Verfahren findet bei mehreren Hohöfen in der französischen Provinz Berry statt. Dieselben sind mit zwei Formen versehen, von denen die eine von Zeit zu Zeit eine in das Gestell geneigte Richtung erhält, sobald sich dasselbe schon ziemlich mit Roheisen angefüllt hat, so daß der Wind unmittelbar auf das flüssige Metall strömt. Auch diese, übrigens ebenfalls zu empfehlende, Methode ist nur bei gutartigen Erzen und bei sehr leichtflüssigen Beschickungen anwendbar.

Das Hartzerrennen, in Kärnthen und Krain Bodenrennen genannt, ist in jenen Ländern, sowie auch in Steyermark ꝛc. noch eine sehr verbreitete Arbeit, besonders bei der Rohstahlfabrication von Kärnthen und Krain, weniger bei der Stabeisenfabrication, hauptsächlich, weil bei dieser der deutsche Frischproceß immer mehr und mehr um sich greift.

Man betreibt das Hartzerrennen entweder in den Frischheerden selbst, oder in eigenen Hartzerrennheerden, welche aber gänzlich wie die Frischheerde zur Steyer'schen und Kärnthnischen Löscharbeit eingerichtet sind.

Das Roheisen wird an die Hartzerrennheerde fast immer in Gänzeform geliefert, ist meist von halbirter, bisweilen ganz grauer Beschaffenheit. Hat man einen Theil vom Roheisen in andern Gestalten, etwa gebrochene Gußstücke oder Wascheisen (das auf den Hohöfen aus der Schlacke gewonnen wird), so legt man die kleinern Stücke bloß lose auf die Roheisengänze, die großen Stücke aber werden wie die Gänze, oder mit Zangen gefaßt, eingeschmolzen. Große, dicke Stücke sucht man jedoch möglichst zu vermeiden, weil sie viel Zeit und Kohle brauchen, bis sie zum Einschmelzen gebracht werden, und dann doch

nur ein gewisses Quantum, in der Regel 4 bis 6 Centner, davon eingeschmolzen werden kann, das Uebrige aber bis zur nächsten Operation größtentheils wieder erkaltet. Ganz kleine Stücke, wie das Wascheisen, sind in Vereinigung mit plattenförmigen Stücken recht gut zu verarbeiten, aber nicht für sich allein, wobei sie zu schnell zwischen den Kohlen niedergehen und ein zu kalter Gang kaum zu vermeiden ist. Bezüglich des Brennmaterials ist nur zu bemerken, daß man zum Hartzerrennen gewöhnlich die kleinern Kohlen (Braschen) verwendet, welche im Frischfeuer oft nicht gut zu verwenden sind.

Die Vorbereitungen des Heerdes vor Beginn des Roheiseneinschmelzens beschränken sich auf das Ausschlagen desselben mit Lösche. Nachdem beim Hartzerrennen das Roheisen im flüssigen Zustande im Heerde verbleibt, muß das Ausschlagen, besonders im Boden, möglichst fest und nur mit aschenreicher, alter Lösche geschehen.

Beim Abräumen des Heerdes wird zuerst die noch vorfindliche Kohle abgefaßt, dann die über dem Eisenbade befindliche Schlacke, welche durch öfteres Begießen mit Wasser zum schnellern Erstarren gebracht wird. Die zuerst abgefaßten Schlackenpartien werden als die reinsten Rohschlacken weggeworfen; die spätern Partien hingegen und die erstarrten Ränder, welche mit mehr oder weniger Eisen mechanisch vermengt erscheinen, werden einstweilen bei Seite gestürzt, im erkalteten Zustande allenfalls ausgeklaubt und die mit Eisen vermengten Theile bei der folgenden Operation wieder zugesetzt.

Je nachdem nun das Roheisen vor dem Einschmelzen mehr oder weniger unrein und rohschmelzig war, wird es dasselbe auch nach vollendetem Einschmelzen sein, da bei der gleichen Behandlung immer nur ein gewisser Antheil der fremden Bestandtheile nebst

etwas Eisen verbrannt und in die Schlacke geführt wird. Man beurtheilt den Zustand des Eisens in der Heerdgrube nach dessen Aussehen an der Oberfläche; je mehr sich die Farbe desselben gleich nach abgenommener Schlacke vom Milchweißen ins Röthliche zieht, und je mehr dünnflüssig dasselbe hierbei ist, als desto unreiner, kohlenreicher, rohschmelziger ist es zu betrachten. Jetzt erst trachtet man, den diesfälligen Unterschieden dadurch etwas abzuhelfen, daß man auf das flüssige Eisen eine entsprechende Menge garer Zuschläge, je frischer das Eisen aussieht, desto mehr, in nuß- bis faustgroßen Stücken schüttet, mit einem hölzernen Staucher in das Metallbad eindrückt und durch Wassergießen die oberste Lage mit den eingebackenen Zuschlägen zum Erstarren bringt, worauf diese mit Stangen aufgehoben und als sogenannter Boden aus dem Heerde genommen wird. Auf das zurückgebliebene, noch flüssige Eisen kommt wieder eine entsprechende Menge garer Zuschläge, ohngefähr von 5 bis 30 Pfund differirend, die eingestaucht, mit Wasser begossen, und sofort mit dem zweiten Boden herausgehoben werden. Auf diese Art fährt man fort, bis nur noch 30 oder 60 Pfund Eisen in der Grube bleiben, welches noch etwas Zusatz eingestaucht erhält, in so ferne sein Flüssigkeitszustand dieses gestattet, und dann nach einiger Zeit als letzter Boden ausgehoben wird. Von einer Hartrenn mit beiläufig 5 Centnern fallen in der Regel 6 bis 8 Böden aus.

Das Umschmelzen des Roheisens auf flachen Flammofenheerden, mit garenden Zuschlägen, und das Ablassen des geweißten Roheisens, welches dann zur Frischarbeit kommt. — Der Schmelzheerd ist ganz flach, und es wird nur soviel Roheisen eingeschmolzen, daß das sich über den ganzen Heerd ausbreitende Metallbad flach bleibt. Dadurch wird das Eisen von unten abgekühlt und ein schnelleres

Abkühlen beim Abstehen bewirkt, welches der Graphitbildung entgegenwirkt.

Der eigentliche Schmelzheerd bei solchen Weißöfen besteht aus einer 8 bis 12 Zoll hohen Schicht von reinem Sande, der nur locker eingestampft wird. Nur gegen die Fuchsöffnung und gegen die Einsetzthür zu wird er dammartig in die Höhe, sonst aber ganz eben gezogen. Um die durch die Sandheerde beförderte Silicatbildung zu hindern, wendet man aber auch Thonerde an. Das geweißte Roheisen wird durch eine unter der Einsetzthür angebrachte und während des Betriebs mit einem Thonstöpsel verschlossene Oeffnung abgestochen. Das einzuschmelzende Roheisen wird über den ganzen Heerd ausgebreitet. Während des Einsetzens ist die Esse oben verschlossen; die Einsetzöffnung wird nur in dem Augenblicke des Einsetzens von einem Stück Roheisen geöffnet, sonst aber verschlossen gehalten, und der Heerd ist während dieser Zeit mit glühenden Kohlen bedeckt. Nach dem Einsetzen wird mit vollem Zuge gefeuert.

Man feuert mit Steinkohlen, Torf und auch mit Hohofengasen, hat auch, außer den garenden Zuschlägen, einen erwärmten Gebläsewindstrom angewendet, den man, nachdem das Roheisen geschmolzen ist, auf dasselbe leitet. Es werden dadurch manche Betriebshindernisse gehoben, auch der Frischschlackenzusatz vermindert.

Wir wollen hier das Raffiniren des Coaks-Roheisens auf der Königshütte in Oberschlesien in einem Gas-Flammofen und auch diesen letztern beschreiben, indem er als das Muster eines guten Gasofens angesehen werden muß. Man hat dort die Erfahrung gemacht, daß ein sehr gar erblasenes Roheisen, so wie auch ein bei hoch erhitzter Gebläseluft erzeugtes schwieriger zu raffiniren ist, als minder gares und bei kalter Luft erblasenes.

Wir beschreiben zuvörderst den Ofen. Fig. 95 ist eine vordere Ansicht; Fig. 97 eine Seitenansicht; Fig. 96 ein Längenprofil; Fig. 98 ein Querprofil nach **AB** Fig. 97; Fig. 99 ein Grundriß; Fig. 100 ein Querprofil nach **CD** Fig. 99.

A ist der im Querschnitt länglich viereckige Gasofen. Sein cubischer Inhalt beträgt etwa 44 Cubikfuß. Der Raum unterhalb der Windformen des Ofens dient zur Ansammlung der Schlacke aus den Kohlen.

Der Gasofen wird mit schwacher Gebläseluft betrieben, welche mittelst eines mit zwei Ausströmungsöffnungen **ee** versehenen blechernen Windkastens, Fig. 98, eingeleitet wird. Diesen Formen gegenüber liegen Oeffnungen **f**, durch welche jene gereinigt werden, und die während des Betriebes mit eisernen Pfropfen verschlossen sind.

B ist der Flammofenheerd, der sowohl bei der Gasbrücke, als auch am Fuchse mit einer Kühlung durch Luftzug versehen ist. Die Thüre am untern Theile der Esse dient zur Regulirung des Zuges, so wie auch zur Reinigung der Fuchsöffnung. Die 24 Fuß hohe Esse ist zu hoch. Fig. 99 ist der obere Windkasten, der ebenfalls aus Kesselblech besteht und hat einen Schlitz zum Ausströmen des Windes. Dieser Kasten hat eine Neigung von 30 Grad, um die Flamme durch den Wind nach dem Heerde herabzudrücken. Die Seitendüsen haben eine Neigung von 25 Grad, und weil sie dem Verbrennen sehr unterworfen sind, so sind sie mit Mundstücken versehen, welche aufgeschoben werden können.

Die erforderlichen Windquantitäten werden durch die gußeisernen Hähne **aa** und **bb** regulirt. Die erstern sind beim Betriebe gewöhnlich nur halb geöffnet. Die Stellung des untern Hahnes **a** wird durch die Hebelvorrichtung **c** vermittelt. Die über der Abstichöffnung befindliche Thür **D** wird nur dann geöffnet,

wenn der Heerd auf dieser Seite einer Reparatur bedarf.

Das beste Material zum Heerde besteht aus Sand, der einige Lehmsteine enthält.

Zur Erzeugung der Gase wendet man Steinkohlen an, die zur Klasse der Sinterkohlen gehören, und zwar Stückkohlen, zum achten Theile mit Staubkohlen vermengt.

Ein neuer Heerd wird durch eine schwache Flamme, welche man in dem Gasofen erzeugt, sehr sorgfältig abgewärmt, und es werden alsdann 4 bis 5 Centner Brucheisen eingeschmolzen und solches noch grau wieder abgestochen, damit das zurückbleibende Roheisen die Vertiefungen auf der ganzen Heerdfläche ausfülle. Darauf werden 30 bis 40 Centner Roheisen, theils in zerschlagenen Gänzen, theils in Brucheisen aller Art bestehend, eingesetzt, und zwar vertheilt man es gleichförmig über den ganzen Heerd.

Das Einschmelzen erfolgt in $3\frac{1}{2}$ Stunden, wobei in der Stunde $4\frac{3}{4}$ Cubikfuß Steinkohlen eingefüllt werden. Der Gasofen muß immer möglichst voll erhalten werden und es wird bei jedesmaligem Schüren das normale Windquantum beim Gasofen durch die bezeichnete Hahnstellung ermäßigt, weil die frisch nachgeschütteten Kohlen schon für sich viel Gas entwickeln. Die Hitze im Gasofen ist so gering, daß der Schacht oberhalb nur schwachrothglühend wird. Die Entzündung der heißen Gase erfolgt erst im Flammofen. Die Flamme in diesem ist intensiv weiß, erfüllt zwar den ganzen Ofen, ohne sich jedoch so lang zu ziehen, daß sie an der Mündung der Esse zum Vorschein käme. Wird das oben angegebene Windquantum für die Verbrennung der Gase überschritten, so wird die Flamme zu kurz und es bleibt die Fuchsgegend zu kühl, weil alsdann die verhältnißmäßig zu geringe Gasmenge aus dem Gasofen zu schnell verzehrt wird

und zu viel atmospärische Luft im Flammofen unzerlegt bleibt. In der Nähe der Gasbrücke ist aber immer der höhere Hitzgrad, weil hier die Stichflamme am stärksten auf den Heerd einwirkt. Es muß deßhalb während des Einschmelzens das nach dem Fuchse hin theilweise noch starr gebliebene Eisen aufgebrochen und der Gasbrücke näher gerückt werden. Wird dies verabsäumt, so kann durch zu langsames Einschmelzen zur theilweisen Verschlackung und Frischeisenbildung Anlaß gegeben werden. Die eingeschmolzene Eisenmasse, die auf dem ganzen Heerde nur einen flachen Stand erreicht, wird zuweilen mit dem Haken durchgerührt, und die einzelnen noch darin befindlichen Brocken werden vom Heerde losgehoben und zertheilt. Sind letztere nicht mehr fühlbar, so werden 2 Schaufeln (zu 5 Pfund) gepochten Kalksteins gleichmäßig über dem Eisen ausgebreitet, um durch denselben die zähe Schlackendecke dünnflüssig zu machen. Ein Abziehen der letzteren ist immer mit Eisenverlust verbunden, und da die Menge der Schlacke nur unbedeutend ist, so zieht man es vor, solche im Ofen zu lassen. Es werden nun je nach der Beschaffenheit des eingesetzten Roheisens die beiden ½ oder ⅝″ weiten Seitendüsen mit einer Neigung von etwa 25° eingelegt und gleichzeitig das Windquantum beim Flammofen-Windkasten, wie oben angegeben, ermäßigt. Erfordert die zu gare Beschaffenheit des Roheisens die Anwendung der weiteren Seitendüsen, so muß der Wind beim Gaserzeugungsofen ebenfalls etwas verstärkt werden, um durch eine etwas stärkere Gasentwickelung den nöthigen Hitzegrad im Flammofen zu erhalten. Da die Pressung des aus dem Regulator des Hohofengebläses abgeleiteten Windes fast immer dieselbe bleibt, so haben die Arbeiter die erforderliche Stellung des Windhahns beim Raffinirofen schon in der Uebung. Durch die Lage und Richtung der beiden Düsen, von welchen die eine nach dem Abstiche zu, die andere ent-

gegengesetzt, nach der Gegend zwischen dem Fuchs und der Einsetzöffnung hin bläs't, erhält das Eisen eine circulirende Bewegung. Dabei wird vor den etwa 2½″ über dem Eisenspiegel liegenden Formen durch den gepreßten Windstrom die sehr dünnflüssige Schlacke auf einen Umkreis von etwa 1′ ganz weggetrieben, und das Eisen erhält hier, unter beständigem Aufsprudeln, durch die kräftige Einwirkung des Windes seine Läuterung. Nach und nach werden noch einige Schaufeln Kalkstein — überhaupt 1 Proc. des eingesetzten Roheisenquantums — eingetragen und die treibende Eisenmasse von Zeit zu Zeit gut durchgerührt. Die Schlacke wird höchst dünnflüssig, und auf ihrer ganzen Fläche werden fortdauernd ganze Basen aufgeworfen. Ein Abzapfen der Schlacke durch den Sanddamm bei der Arbeitsöffnung, wie es mit der Glätte bei einem Treibofen geschieht, beschleunigt das Weißwerden des Eisens nicht und vermehrt nur den Eisenverlust. Der Kalkzuschlag leistet vortreffliche Dienste zur Beschleunigung der Raffinirarbeit und ist allen andern gewöhnlichen Hülfsmitteln — in garenden Zuschlägen bestehend — vorzuziehen. Der Kalk erzeugt nur wenig und sehr dünnflüssige Schlacke, worauf es bei dieser Raffinirmethode besonders ankommt. Durch den Zusatz von Eisenerz und garen Schlacken werden die Seitenwände des Ofens sehr angegriffen und dadurch nicht nur mehr, sondern auch reichhaltigere Schlacken erzeugt, als beim Kalkzuschlag, welche zur Läuterung des Eisens weniger beitragen, als jene kalkhaltige Schlacke. Möglich, daß auch die reichliche Entbindung von Kohlensäure aus dem Kalkzuschlag der Läuterung des Eisens mehr förderlich ist, als die viel geringere Sauerstoffentwicklung, welche die Verschlackung der hiesigen Eisenerze (Eisenoxydhydrate) stets begleitet. Je weiter die Raffinirung des Eisens vorgeschritten, desto stärker treibt es unter beständigem

Blasenwerfen und schwachem Funkensprühen bei der Arbeitsöffnung. Je nach der Beschaffenheit des Roheisens ist aber die Zeitdauer des Raffinirens bis zum vollkommenen Weißwerden sehr verschieden und wechselt solche bei Einsätzen von 40 Centnern von 2½ bis 5 Stunden. Ob der Zeitpunct eingetreten sei, oder nicht, wo der Zweck erreicht ist, dafür hat das geübteste Auge kein zuverläßiges Merkmal, und es muß deßhalb eine Schöpfprobe genommen werden. Zeigt diese erkaltet beim Zerschlagen einen rein weißen (strahligen) Bruch, so giebt dieser das Anhalten zum Abstechen des Eisens. Bevor dies geschieht, wird die auf der Abstichseite liegende Düse weggezogen, damit die gegenüberliegende Düse das Eisen um so kräftiger nach der Abstichöffnung treiben könne. Das bekanntlich aus gußeisernen Schalen bestehende Abstichgerinne ist vorher mit Kalkmilch überzogen worden, welche auf den durch den vorangegangenen Abstich heiß gewordenen Schalen bald austrocknet. Dies ist um so mehr erforderlich, als bei der geringsten nachbleibenden Nässe ein heftiges Schlagen des darüberfließenden Eisens erfolgt. Das Weißeisen fließt funkensprühend ab und wird bis auf etwa ⅓ der Gerinnenlänge mit der zuletzt nachfließenden Schlacke bedeckt. Der nicht von letzterer bedeckte Theil des 1 bis 1½″ starken Weißeisens wird, um die Bildung einer Oxydkruste beim Erstarren zu vermeiden, sofort mit Wasser übergossen, nicht aber der mit Schlacke überdeckte Theil, um die in jener noch eingehüllten Eisentheilchen um so vollständiger sich senken zu lassen. Beim Erstarren des Eisens löst sich die Schlacke rein ab. Um beim Reinigen und Zumachen des Stichs, welches die erste Arbeit nach dem Abstechen ist, nicht durch die Hitze der glühenden Schlacke behindert zu werden, wird letztere in der Nähe des Stichs mit stark angefeuchteter Coakslösche überworfen. Die Stichöffnung wird zu-

erst mit Coaksgestübbe und dann mit Sand verschlossen. Dann wird der Heerd geebnet, wenn es nöthig, der Rand desselben, besonders in der Nähe der Stichöffnung, mit einigen Schaufeln Sand ausgefüttert, beim Gasofen gleichzeitig nachgeschürt, die Windformen werden geputzt, und es wird sofort neues Roheisen unter Fortwirkung des Gebläses eingesetzt.

Der Roheisenabgang beträgt 5—9 Procent; der Steinkohlenverbrauch für 1 Centner Weißeisen durchschnittlich anderthalb Cubikfuß. Das Arbeiterpersonal bei 2 Gasöfen besteht aus 1 Schmelzer, 2 Gehülfen und 1 Tagelöhner.

Das im Gasflammofen erzeugte Weißeisen (hier bezeichnender Reineisen genannt) unterscheidet sich von dem im englischen Feuer geweißten Eisen bei der Verarbeitung im Puddelofen darin, daß es weniger Schlacke giebt und also trockener in der Arbeit geht, weßhalb es einen stärkeren Zusatz von grauem Coaks-Roheisen verträgt, als jenes letztere Weißeisen. Auch verarbeitet man mit bestem Erfolge eine Mischung aus 2 Theilen ganz weißen und 1 Theil halb weißen Reineisens, wobei ebenfalls noch ein geringer Roheisenzusatz gegeben wird. Die Luppen fallen hierbei saftig und derb aus und geben compacte schieferfreie Rohschienen.

Das Umschmelzen des Roheisens in Feineisenfeuern.

Die Umwandlung des Roheisens in Feineisen oder Feinmetall (fine iron oder fine metal im Engl.) geschah bis jetzt am häufigsten in Heerden, die man Feineisenfeuer oder Raffinirfeuer (finery oder refining furnace im Engl.) genannt hat. Von den zum Feinen angewendeten Flammöfen (Weisiöfen) haben wir so eben geredet.

Wir unterscheiden bei einem Feineisenfeuer vier Haupttheile, nämlich: den Heerd, die Formen, die Esse und die Form, in welcher das Feineisen abgestochen wird.

Der Heerd besteht aus einem rechteckigen Raume, dessen Sohle schwach von hinten nach vorn geneigt ist. Die Wände des Rechtecks bestehen aus drei Kästen von gutem, grauem Gußeisen; zwei von den Kästen bilden die Seitenwände und der dritte die Rückwand. Diese Kästen werden durch einen hindurchgehenden Strom von kaltem Wasser stets abgekühlt erhalten. Die Vorderwand des Heerdes, welche das Rechteck vollendet, besteht aus einer starken gußeiser-

nen Platte, in welcher sich in der Mitte unten eine Oeffnung zum Abstechen des Feineisens und der Schlakken befindet. Die Sohle besteht aus feuerfesten Ziegelsteinen, die mit einer Schicht von reinem Sande bedeckt sind.

Ein (gut eingerichtetes) Feineisenfeuer hat gewöhnlich sechs Formen. Es sind Wasserformen und bestehen aus doppelten Wänden von starkem Eisemblech, durch deren Zwischenraum ein Wasserstrom geht, damit sie nicht zu rasch verbrennen. Auch aus Gußeisen bestehen sie und sind dann hohl gegossen. Die Formen sind an den Seitenwänden oder Formzacken so befestigt, daß sich je zwei in ihrer entgegengesetzten Richtung kreuzen. Die Windleitungen sind mit Ventilen versehen.

Auf jedem der beiden Seiten-Wasserkästen liegt eine Platte (der Deckel), auf welcher mittelst einer gußeisernen Platte, oder mittelst eiserner Stäbe mit Bolzen eine große gußeiserne Platte, die Feuerplatte, befestigt worden ist. Die Feuerplatten bilden die innere und Seitenbekleidung eines Feineisenfeuers bis zum Anfange der Esse.

Auf den beiden andern Seiten des Heerdes bringt man blecherne Thüren an, damit die äußere Luft nicht in zu großer Menge in den Heerd dringe und die Strahlung nach Außen nicht zu stark und den Arbeitern hinderlich sei.

Die Esse besteht aus gewöhnlichen Ziegelsteinen und ruht auf horizontalen gußeisernen Tragplatten, die ihrerseits von starken gußeisernen, senkrecht stehenden Ständern getragen werden.

Vor dem Heerde liegt die Abstichplatte von Gußeisen, die aus mehreren an einander liegenden Theilen besteht und im Innern mit Lehm bekleidet ist. Sie dient zur Aufnahme des Feineisens. Man läßt es darin erstarren und bringt es alsdann fast noch

rothglühend in einen Wassertrog, der in der Verlängerung der Abstichplatte liegt.

Die Fig. 100 und 101, Taf. X., stellen ein Feineisenfeuer mit zwei Reihen von Formen dar, Fig. 100 im horizontalen Durchschnitt in der Höhe der Formen und Fig. 101 im senkrechten Durchschnitt nach der Linie 7, 8, Fig. 100.

a Esse von gewöhnlichen Ziegelsteinen, welche auf den Tragplatten D und E ruht, die mit Verstärkungsrippen und übergreifenden Klauen versehen sind. Die Tragplatten werden von vier gußeisernen Ständern oder Trägern A getragen. Dieselben sind zu zweien mit ihren Füßen in den schwalbenschwanzartig geformten Vertiefungen der beiden Sohlplatten d eingelassen, die horizontal etwa 2 Fuß unter der Sohle liegen und von Mauerwerk umgeben sind, wie es die punctirten Linien der Fig. 101 andeuten. e Heerdsohle oder Heerdboden von feuerfesten, auf die hohe Kante gestellten Ziegelsteinen. f Wasserkästen, welche die drei Seitenwände oder Zacken des Heerdes bilden. Sie sind mittelst Deckeln und mit Eisenkitt luftdicht verschlossen. Der innere Querschnitt ist ein Trapez, damit sie der Einwirkung der Hitze besser widerstehen können. Sind sie auf der einen Seite abgenutzt, so dreht man sie um, so daß die andere Seite dem Feuer zugekehrt ist.

Die Wasserkästen ruhen nur mit den Kanten auf der Sohle, die in Berührung mit dem Feuer stehen. Der größte Theil von jedem Kasten ruhet auf einer Schicht von feuerfestem Mörtel. Auch die Oberflächen, mit denen sich die Wasserkästen untereinander berühren, sind mit demselben Mörtel überzogen.

h' Wassertröge, welche zum Abkühlen der Gezähe der Arbeiter dienen. Aus diesen Trögen schöpfen die Arbeiter auch das Wasser, mit welchem sie den Vordertheil des Heerdes anfeuchten. B, B Feuerplatten,

welche mit den Schraubenbolzen k'' an den Ständern A befestigt worden sind, und welche auf den Seitentrögen des Heerdes aufruhen. Unten haben sie Ausschnitte, so daß die Formen hindurchgehen können. P'P Formplatten, ebenfalls mit Ausschnitten versehen, durch welche die Formen in den Heerd treten. Diese Platten sind mit den Feuerplatten zusammengeschraubt und stehen auf den Formwasserkästen. n Heerdsohle von feuerfestem Sand. Sie ist nach außen durch eine Abführrinne von gewöhnlichem Sande verlängert, die man in dem Augenblicke des Abstechens macht. mm Wasserformen, die in den Heerd stechen, so daß der Wind der einen das Metallbad in der Mitte bestreicht, der aus der andern den entgegengesetzten Rand desselben berührt. Diese Formen sind abwechselnd an den beiden Zacken mit verschiedenem Stechen befestigt, wie die punctirten Linien auf Fig. 100 zeigen, damit der Wind gleichmäßiger vertheilt werde.

oo kleine gußeiserne Wasserkästen, die auf Konsolen der Tragständer stehen und mittelst Bolzen mit den Feuerplatten verbunden sind. Eine Röhrenleitung und ein oberer Hahn führen das Wasser in diese Kästen. y, y kleine Hähne an den Wasserkästen o, o. Unter jedem Hahn ist ein kleiner Trichter angebracht, der in eine eiserne Röhre l ausläuft, welche einer Form Wasser zum Abkühlen zuführt. Die Röhren k speisen die Formwasserkästen.

v, v gekrümmte Röhren, welche mit den Formen in Verbindung stehen und das warme Wasser abführen. k' Röhren, welche das warme Wasser aus den Formwasserkästen abführen. Sie gießen das Wasser in die Tröge h' aus, welche oben mit Ausschnitten versehen sind, damit das überflüssige Wasser daraus ablaufen könne.

hh Abstichplatte, welche den Heerd auf der Vorderseite verschließt. Sie ist mit den beiden Form-

wasserkästen verbunden und die Fugen sind mit feuerfestem Thon bestrichen. Unten hat diese Platte einen Ausschnitt, durch welchen der Inhalt des Heerdes abfließen kann. g, g Vorheerdbackenplatten. Sie dienen dazu, die Abstichplatte gegen den Heerd in fester Stellung zu erhalten und um die Vorheerddeckplatte f zu tragen. Jede Vorheerdbackenplatte hat eine geneigte Kerbe, in welche man eine Brechstange legt, die dem Spieße zum Aufstoßen der Abstichöffnung als Stützpunct dient.

L gußeiserne, mit Lehm überzogene Form, welche das aus dem Heerde abgestochene Feineisen aufnimmt.

Die Formen sind mit Handgriffen versehen, um sie leichter stellen zu können. Man giebt ihnen mittelst Unterlagen die erforderliche Stellung.

Das Stechen der Form wechselt mit der Beschaffenheit des zu feinenden Roheisens von 8 bis 25 Grad, je nachdem das Feinen leichter oder schwieriger erfolgt. In einigen Hütten giebt man den gegenüberliegenden Formen eine verschiedene Neigung, z. B. indem der Windstrom der einen Formreihe nach der Mitte der Höhe des entgegengesetzten Zackens und der der andern Reihe nach der Mitte des Metallbades gerichtet ist. — Es ist zweckmäßig, wenn die Formen um 4 bis 4½ Z. vor den Formwasserkästen in den Heerd stehen, da, wenn sie mehr zurücklägen, die Kästen leicht schmelzen könnten. — Die Düsenöffnungen liegen etwa um 4½ bis 6 Zoll von den Formöffnungen zurück; ihr Durchmesser beträgt bei weißem Roheisen 13 bis 15 Linien und bei grauem Roheisen 16 bis 19 Linien. Es ist zweckmäßig, die Formöffnung nicht viel weiter als die Düsenöffnung zu machen. — Die Essen der Feineisenfeuer reichen kaum einige Fuß über das Dach des Schoppens hinaus.

Die ganze **Operation des englischen Feinens** besteht darin, das Roheisen mitten in einem starken Windstrom in einem mit Coaks gespeis'ten Heerde einzuschmelzen, es noch eine Zeitlang in geschmolzenem Zustande der Einwirkung des Luftstroms auszusetzen und es alsdann plötzlich im Wasser abzukühlen. Man nimmt an, daß das Product dieses Processes, das sogenannte Feineisen, die Mitte zwischen dem Roheisen und dem Schmiedeeisen halte.

Das Feinen hat den Zweck, das zu sehr mit fremdartigen Stoffen, wie Silicium und Phosphor, beladene Roheisen zu reinigen, um Eisen zu gewissen Benutzungen, z. B. zur Blechfabrication, zu erlangen.

Das Feinen ist sehr zweckmäßig bei Roheisen, welches in sehr hohen Coakshohöfen, oder auch aus sehr kieseligen und strengflüssigen Erzen, oder mit sehr aschenhaltigem Brennmaterial, oder mit erhitzter Luft, oder endlich in Oefen mit hohem und engem Gestell erzeugt worden ist. Alle diese Umstände begünstigen die Production eines sehr kieselhaltigen und unreinen Roheisens. Jedoch darf das Roheisen nicht zu viel Schwefel enthalten, weil derselbe durch das Feinen nicht weggeschafft werden kann, und in diesem Falle ist die daraus hervorgehende Verbesserung unzureichend, um die bedeutenden Kosten auszugleichen. Das Feinen in Flammöfen hat vor dem gewöhnlichen Feinen den Vorzug, den Schwefelgehalt des Roheisens zu vermindern.

In Belgien giebt man das Feinen immer mehr und mehr auf, weil die Fortschritte der Hüttenkunde die Mittel gegeben haben, in den Hohöfen ein reineres Roheisen darstellen zu können, als es früher der Fall war, sowie auch das Roheisen in den Puddelöfen besser zu behandeln. Bei sehr unreinem Roheisen, wie es dennoch stets von Zeit zu Zeit vorkommen kann, und bei großen Stücken, welche man

nicht in den Puddelofen einbringen kann, muß man dennoch stets wieder zu diesem Proceß greifen. Auch solches Roheisen, aus welchem man Stabeisen erster Qualität darstellen will, muß man ebenfalls feinen, indem diese Operation die Qualität des Eisens offenbar verbessert.

Ein gewöhnliches Feineisenfeuer wird von zwei Abtheilungen von Arbeitern bedient, die sich in zwölfstündigen Schichten ablösen, und von denen jede aus einem Meister und einem Gehülfen besteht.

Das einzige in den Feineisenfeuern angewendete **Brennmaterial** sind die Coaks. Ihre Qualität muß sich nach der Beschaffenheit des Roheisens richten; bei leicht zu feinendem muß man dichte und bei schwer zu feinendem Roheisen leichte, jedoch nicht zerreibliche Coaks anwenden. In allen Fällen müssen sie nur wenig Asche und gar keinen Schwefel enthalten.

Das Hauptagens beim Feinen ist die *atmosphärische Luft*, die unter demselben Druck *eingeführt* wird, wie der Wind, mit dem man die Hohöfen speis't. Die zur Speisung einer Form erforderliche Triebkraft nimmt man zu 2 bis 3 Pferdekräften an Der Wind theilt sich dem Metall durch eine Schlackenschicht mit, und in diese müssen die Formen bis zu einer gewissen Entfernung von dem Roheisen eindringen, indem man, wenn dies nicht der Fall wäre, einen großen Theil des Windes verlieren, das Feinen nicht vorschreiten und man das Brennmaterial unnütz verbrennen würde. Tauchten aber die Formen in das Roheisen, so würden sie sich verstopfen. Die Entfernung der Formen von dem Metallbade muß nicht zu groß und auch nicht zu klein sein.

Die angewendeten Schlacken kommen von den vorhergehenden Processen, und wenn man keine Feineisenfeuer-Schlacken hat, so muß man Puddelofen-Schlacken nehmen.

Die Schlacken sind ebenfalls Agentien zum Feinen. Sie entkohlen das Roheisen durch den Ueberschuß von Eisenoxyd, welches sie enthalten. Man muß dahin sehen, daß die angewendeten Schlacken keine Phosphorsäure oder andere Unreinigkeiten, von denen man das Roheisen befreien will, enthalten. Ein Mangangehalt ist vortheilhaft, indem manganhaltige Schlacken die Abscheidung des Siliciums begünstigen und die Wegschaffung der Kohle aufhalten.

Wir sahen, daß vor der Form, in welche das Feineisen abgestochen wird, ein Wassertrog vorhanden sei, in welchen man die erstarrte Eisenplatte hereinziehen müsse. Es geschieht dies mittelst einer an der vordern Seite des Troges angebrachten Winde, um die sich eine Kette wickelt, deren anderes Ende mit einer eisernen Klammer verbunden ist, um welche man das Feineisen herumfließen läßt. Auch die Schlacke läßt man, um sie besser abziehen zu können, um Klammern erstarren.

Beim Wiederanfang des Betriebs macht man Feuer in den Heerd, um ihn anzuwärmen; dann füllt man ihn bis auf 8 bis 10 Zoll über den Formen mit Coaks und giebt darauf einen schwachen Wind, um dieses Brennmaterial anzublasen.

Der Meister beginnt damit, Sand in die Abstichöffnung zu stampfen, um das Abfließen des Roheisens während des Betriebes zu hindern, und bedeckt darauf die Abstichplatte mit Coakslösche, um das Schmelzen derselben zu verhüten, da sie keine andere Abkühlung als die äußere Luftschicht hat. Während dieser Zeit füllt der Gehülfe den Heerd mit Coaks bis auf 0,20 Met (8 Zoll) über die Formen und setzt alsdann das Roheisen auf.

Die angewendeten Gänze sind 4 Fuß lang und 3 Zoll stark. Man setzt auf einmal 25 bis 28 Centn.

Roheisen ein, und zwar jede Hälfte davon auf jede Seite und selbst über die Formen. Das Einsetzen geschieht durch die Thür an der hintern Seite des Heerdes durch den Meister und den Gehülfen.

Vor dem Einsetzen des Roheisens muß aber stets eine Schicht von alten Schlacken in das Feuer gebracht werden, die den Zweck haben, durch ihr schnelles Niederschmelzen den Heerdboden in einer passenden Temperatur zu erhalten, damit das nach und nach niederfallende Roheisen auf dem Boden nicht erstarre. Uebrigens sind diese Schlacken ganz oder theilweis beim Verfolg des Processes erforderlich, um den Gebläsewind dem zu feinenden Roheisen mitzutheilen.

Betrieb.

Nachdem das Laden des Heerdes vollendet, und nachdem vorher noch der Raum zwischen den beiden Hälften des aufgesetzten Roheisens von dem Gehülfen ganz mit Coaks ausgefüllt worden ist, wird der Wind eingelassen. Darauf überläßt man den Heerd sich selbst, bis daß fast alles Roheisen niedergeschmolzen ist. Man hat nichts Anderes zu thun, als vorn oder hinten in den Heerd einige Körbe voll Coaks aufzuschütten, um die verbrannten zu ersetzen.

Nachdem eine halbe Stunde geblasen worden ist, fährt der Meister mit der Brechstange in den Heerd, um zu sehen, ob alles Roheisen in den Heerd niedergeschmolzen ist. Er bringt die nicht niedergeschmolzenen Theile vor den Wind der Formen und läßt, wenn er es für zweckmäßig hält, einen Theil der Schlacken durch einen an der hintern Wand des Heerdes befindlichen Abstich ab.

Die Formen, welche, ehe die geschmolzene Masse den Heerdboden erreicht hatte, dunkel waren, werden

glänzend hell; man muß sie alsdann sorgfältig reinigen, damit bei dem übrigen Theil des Processes die ganze Windmasse in den Heerd gelangen könne. Nach dem Ablassen der Schlacken trägt der Gehülfe gewöhnlich einige Körbe voll Coaks auf, worauf man wieder den Heerd sich selbst überläßt, bis daß die Schmelzung vollendet ist. Alsdann und nach Verlauf von einer halben Stunde beginnt der Meister mit der Brechstange in dem Heerde zu arbeiten. Er stößt dieselbe auf den Boden, rührt das Bad um, um die Oberfläche zu erneuern, untersucht den Heerd nach allen Richtungen, hebt die erstarrten Theile, die an dem Boden hängen bleiben könnten, in die Höhe und erkennt den Gang des Processes aus der Flüssigkeit und Farbe der Schlacke.

Zu verschiedenen Zeiten der Operation gießen die Arbeiter einige Eimer voll Wasser auf den Vordertheil des Heerdes, wo eine große Masse von glühendem Brennmaterial vorhanden ist. Dieses Mittel vermindert die Verbrennung, welche man ganz ohne Nutzen für die Operation beeilt hat, concentrirt die Wärme in dem Heerde, nimmt den Coaks einen großen Theil ihres Schwefelgehalts und macht die Arbeit im Heerde weniger mühsam für die Arbeiter, indem die Wärmeentwickelung nach außen vermindert wird.

Während die Arbeiter Nichts mit dem Betriebe des Heerdes zu thun haben, zerschlagen sie das Feineisen von der vorhergehenden Operation, bereiten die Coaks für eine neue vor, reinigen die Form, in welche das Feineisen abgestochen wird, bedecken sie mit etwas Lehm, damit das Metall nicht daran hängen bleiben könne, reinigen die Formen und stoßen mit den Gezähen die Coaksstückchen zurück, welche sie verstopfen könnten.

Zeichen, welche das Ende des Processes andeuten.

Wenn die Schmelzung des Roheisens vollendet ist, d. h. nach etwa zwei Betriebsstunden, und der Meister untersucht nun den Heerd in verschiedenen Puncten, indem das Feinen an dem einen mehr vorgerückt ist, als an den andern, so sieht er, daß der Proceß vorschreitet, wenn die an der Brechstange hängenden Schlacken einige Augenblicke hindurch kirschroth bleiben, statt daß sie fast augenblicklich schwarz werden, wenn der Proceß noch zurück ist. Der Meister verdoppelt seine Aufmerksamkeit, untersucht den Heerd an verschiedenen Puncten, und wenn die Schlacken vollkommen weiß sind, oder besser noch, wenn er nach dem Herausziehen der Brechstange aus dem Heerde wahrnimmt, daß die daran hängenden Schlacken sehr flüssig geworden sind, wenn man das Werkzeug senkrecht hält, leicht an demselben entlang fließen und nur in einer dünnen Schicht erstarren, oder auch, wenn die herausgenommene Brechstange ein Funkensprühen in den Ecken des Heerdes veranlaßt, oder endlich, wenn sich an das Ende des Werkzeuges einige Metalltheilchen hängen, die durch einen geringen Schlag in kleinen Kügelchen wieder abfallen, so schreitet der Meister zum Abstich.

Man könnte auch, wie dies beim Feinen mit dem Gasofen der Fall ist, eine Probe machen, indem man das Feineisen in eine gußeiserne Form gösse, es alsdann in Wasser abschreckte, mit dem Hammer zerschlüge und darauf den Bruch untersuchte. Eine weiße Farbe und ein strahlig-blättriges Gefüge würden alsdann das Ende der Operation andeuten.

Abstich.

Um das Feineisen aus dem Heerde abzustechen, schlägt der Arbeiter den Lehmpfropf mit einem Spieß und Schlägel so tief als möglich heraus, macht eine kleine Oeffnung, worauf das Metall zu fließen beginnt. Je nachdem nun die ersten Theile des Abgestochenen mehr oder weniger Funken werfen, beschleunigt er den Abstich der flüssigen Substanzen oder hält ihn zurück.

Das Feineisen fließt zuerst heraus und die Schlakken folgen, nach der natürlichen Ordnung der Dichtigkeit.

Die flüssigen Substanzen begeben sich in die gußeiserne Form und bilden dünne Platten.

Während die letzten Schlacken aus dem Heerde fließen, gießt der Gehülfe einige Eimer voll Wasser auf die in der Form befindlichen Substanzen, um die Abkühlung derselben zu befördern, und sobald sie erstarrt sind, zieht man sie in den mit Wasser angefüllten Trog.

Wirft das Metall beim Abfließen aus dem Heerde wenig Funken, und ist auf der ganzen Oberfläche des Bades eine Art von dicker Flamme vorhanden, die sich in der Atmosphäre in einen sehr reichlichen weißen Staub oder Dampf verwandelt, so ist der Proceß zu weit getrieben.

Im erstern Falle wird das Feineisen wenig oder selbst gar nicht blasig sein, sich wie Roheisen in dem Puddelofen verhalten und schlechtes Eisen geben.

Im zweiten Falle wird das Feineisen sehr blasig sein und sich in der Gesammtheit seiner Eigenschaften dem Eisen nähern. Im Puddelofen wird das Product einen bedeutenden Abgang geben, nur sehr schwer schmelzen und ebenfalls ein schlechtes Eisen liefern.

Endlich, wenn das Feineisen beim Abfließen aus

dem Heerde viele und sehr große Funken wirft, die weit umhersprühen, ohne von Flamme begleitet zu sein, so war der Betrieb gut, und das Product wird auf ein Viertel oder ein Drittel seiner Dicke blasig oder luckig sein. Dies ist der Punct der Vollkommenheit, wohin die Bestrebungen der Arbeiter gehen müssen.

Hindernisse, welche sich während des Feinens darbieten.

Die Schwierigkeiten beim Feinen rühren daher, daß die Tiefe des Heerdes während jedes Processes eines langen Betriebes nicht immer dieselbe bleibt, Wirklich, wenn sich der Heerd abkühlt, oder die Ladung zu stark ist, so wird sich der Boden mit einer Schicht von erstarrtem Roheisen bedecken. Man wird leicht einsehen, daß, wenn die Ladung zu stark ist, das den Formmäulern zu nahe liegende Roheisen zu schnell feint, erstarrt und auf den Boden des Bades sinkt. Wir wissen auch, daß die Formrüssel zwar in die Schlacke tauchen, aber stets in einer gewissen Entfernung von dem Roheisen bleiben müssen. Findet dies Hinderniß eines guten Erfolgs des Processes nur im geringsten Grade statt, so darf bei der nächsten Operation nicht zu viel Roheisen eingesetzt, und es kann weit eher etwas zugesetzt werden, wenn es der Meister für zweckmäßig hält. Hat das Uebel aber einen hohen Grad erreicht, und man behandelt leicht zu feinendes Roheisen, so genügt eine Verminderung des Einsatzes nicht, und man muß in diesem Falle einen geringen Einsatz von sehr schwer zu feinendem Roheisen machen. Gelangt man durch dieses Mittel nicht dahin, Herr der Versetzung zu werden, so muß man das Feuer außer Betrieb setzen. Man gießt alsdann recht viel Wasser auf das im Heerde

festgewordene Roheisen, um es spröde zu machen, so daß man es nach und nach herausbrechen und dann einen neuen Boden errichten kann.

Das Entgegengesetzte findet gewöhnlich bei dem Feinen eines zu strengflüssigen Roheisens, von welchem man zu wenig in den Heerd eingesetzt hat, statt. Da in diesem Falle der Wind eine weit dickere Schlackenschicht zu durchströmen hat, so hat er nicht so viele Intensität, wenn er zu dem Roheisenbade gelangt, um die dieses begleitenden Substanzen zu oxydiren. Der Proceß schreitet alsdann gar nicht vorwärts, und die Materialien, welche die Heerdsohle bilden, werden durch ihre zu lange Berührung mit dem flüssigen Roheisen bald zerstört und schmelzen endlich. Um diesem Uebel abzuhelfen, muß man viel leichtfeinendes Roheisen zusetzen. Ist aber der Heerd zu tief geworden, so ist es zweckmäßiger, den Betrieb einzustellen und einen neuen Heerd zu machen; vorausgesetzt, daß man die Erfahrung gemacht hat, in einem gewöhnlichen Feineisenfeuer ohne Nachtheil nicht mehr als 1500 Kilogr. Roheisen bei einmaligem Feinen einsetzen zu können.

Haushalts-Angaben.

Die mittlere Dauer einer Operation beträgt 2½ Stunden. Zu Couillet in Belgien, wo sich das Roheisen schwierig feinen läßt, weil es mit heißer Luft erblasen wird, dauert jedes Feinen 3 Stunden, oder man feint in einer 12stündigen Schicht 4 mal. Jedoch ist darin die Zeit begriffen, welche zum Anblasen des Heerdes erforderlich ist.

Brennmaterial-Verbrauch. Man verbraucht 35 Theile Coaks auf 100 Theile Feineisen.

Abgang: 15 bis 18 Procent.

Gefüge des Feineisens.

Das Feineisen ist gewöhnlich blasig oder luckig. Die Entstehung der Blasenräume rührt zum Theil von der teigigen Beschaffenheit des Metalles und zum Theil von dem Begießen mit Wasser her. Roheisen wird nicht blasig, wenn man es vor seinem Erstarren begießt, wovon man sich zu Seraing überzeugen kann, wo das Roheisen unmittelbar aus dem Hochofen in gußeiserne Formen geleitet und wie das Feineisen mit Wasser begossen wird. Dadurch wird es weiß, wenigstens auf eine gewisse Tiefe, allein es bleibt dicht. Begösse man das Feineisen nicht, so würde es, dem Anscheine nach, eben so wenig blasig werden. Wenigstens ist dies zu Couvin bei dem gefeinten Holzkohlenroheisen wahrgenommen worden.

Das Braten des Roheisens ist besonders in Kärnthen eine sehr verbreitete Methode des Vorfrischens, bekannt unter dem Namen das Blattelbraten. Der Hauptsache nach besteht dieser Proceß in einem durch längere Zeit anhaltenden Glühen des Roheisens, bei einem mäßigen Zutritt der atmosphärischen Luft. Dadurch wird an der Oberfläche des Roheisens eine Oxydation bewirkt, und der gebildete Glühspan wirkt wieder auf das anliegende Eisen in der Art ein, daß die leichter oxydirbaren Bestandtheile desselben, darunter hauptsächlich die Kohle, oxydirt und, insofern sie flüchtig sind, sogleich abgeschieden werden. Diese oxydirende Wirkung des Glühspans erstreckt sich langsam von der Oberfläche des Roheisens nach innen zu, während er selbst von außen in dem Maße, als atmosphärische Luft zutritt, immer neuerdings oxydirt wird. Je höher hierbei die Temperatur ist, desto rascher ist die Wirkung des Glühspans, nur darf selbe, aus begreiflichen Gründen, nicht bis zum Schmelzen des Roheisens gesteigert werden. Ein

vermehrter Zutritt der atmosphärischen Luft würde wohl die Glühspanbildung, aber kaum dessen Wirkung auf das Roheisen vermehren, folglich einen unbelohnten größeren Eisenverbrand bezwecken; daß hingegen bei gänzlichem Abschluß der atmosphärischen Luft und unter Beseitigung aller sonstigen Körper, welche Sauerstoff abgeben können, keine Oxydation, folglich keine Reinigung des Roheisens stattfinden könnte, bedarf kaum der Erwähnung.

Betrachtet man die Bruchfläche eines gebratenen Roheisens, so findet man zunächst der Oberfläche eine mehr oder weniger leicht abzulösende Kruste Glühspan; dann folgt ein lichtgrauer, fast weißer Saum, welcher zunächst unter der Glühspankruste gewöhnlich etwas dunkler ist, als weiter einwärts; von diesem weißen Saum eingeschlossen und ziemlich scharf davon begränzt, erscheint endlich ein dunkelgrauer Kern mit deutlichen Graphitschuppen. Je länger das Braten gedauert hat, desto dicker ist der lichtgraue Saum, welcher bei hinlänglicher Dauer des Processes den dunkelgrauen Kern zuletzt ganz verdrängt. Bei noch länger fortgesetztem Braten wird von der lichtgrauen Lage immer mehr in Glühspan verwandelt, und endlich würde alles Eisen in Glühspan verwandelt werden, wenn der Proceß lang genug fortgesetzt werden möchte. Erhitzt man ein Stück gebratenes Roheisen mit grauem Kern vorsichtig in einem gewöhnlichen kleinen Schmiedefeuer, so fließt der graue Kern aus, während der lichte Saum völlige Schweißhitze annimmt; kurz der erstere bewährt sich als graues Roheisen, der letztere aber als geschmeidiges, wiewohl noch unreines Eisen.

Aus diesem chemischen Vorgange des Bratens ersehen wir sogleich, daß es zur entsprechenden Vollbringung des Processes darauf ankommen wird, daß man die Temperatur, den Zutritt der atmosphärischen

Luft und die Zeitdauer für den ganzen Vorgang gehörig zu führen weiß. Bezüglich der Dauer des Processes wird es ferner nothwendig sein, das Roheisen in nicht zu dicken Stücken zum Braten zu nehmen, um den Zweck desselben in kürzerer Zeit vollkommener und mit weniger Kosten zu erlangen; überdies müssen offenbar alle Stücke, welche bei einer Operation ein und derselben Behandlung unterworfen werden, von nahe gleicher Stärke sein, wenn sie nahe genug alle Veränderungen erleiden sollen. Gute, frische Blattel, welche unter ¼ Zoll dick sind, bilden in letzterer Rücksicht das geeignetste Material für diese Vorfrischmethode; bei 3 bis 4 Linien Stärke dieser Blattel kann das Braten zwar noch mit Erfolg ausgeführt werden, aber es geht schon schwierig; bei noch größerer Dicke ist ein guter Erfolg, wenigstens bei der üblichen Bratmethode, kaum mehr zu erlangen.

Vergleichen wir das Product des Bratprocesses mit jenem des Hartzerrennens, so finden wir, daß ersteres aus drei wesentlich verschiedenen Lagen besteht, dem Glühspan, dem geschmeidigen Eisen und dem grauen Roheisen, wovon wieder jede dieser Lagen in sich gleichfalls mehr oder weniger verschieden ist, indem die äußeren Partien derselben die Platz genommene Umwandlung mehr als die inneren erlitten zu haben scheinen; bei letzterem hingegen sehen wir zwei verschiedene Dinge, die Schlacke und das raffinirte Roheisen, wovon wieder ein jedes in seiner ganzen Masse als völlig gleich zu betrachten ist, wie dies der flüssige Zustand, worin sich beide befanden, mit sich bringt. Ein weiterer Unterschied in dem Erfolge beider Processe, den man zwar nicht so deutlich mit den Augen sehen kann, aber aus den stattgehabten Vorgängen nothwendig annehmen muß, besteht in dem, daß bei dem gebratenen Eisen nur der

orydirte Kohlengehalt abgeschieden, die übrigen fremden Bestandtheile des Eisens aber, selbst insofern sie orydirt worden sind, als nicht flüchtige Oryde im veränderten Roheisen zurückbleiben müssen, wogegen dieselben bei dem hartzerrennten Eisen in die Schlacke geführt worden sind. Wir ersehen hieraus, daß das Hartzerrennen ein vollkommenerer Reinigungsproceß des Roheisens ist, als das Braten desselben, daher letzteres nur bei jenem Roheisen ein zulängliches Vorfrischen bewirken kann, bei dem es für den folgenden Frischproceß schon genügend ist, wenn nur der Kohlegehalt des Roheisens eine beträchtliche Verminderung erfahren hat.

Das Blattelbraten wird in Kärnthen auf eignen Heerden, den Bratheerden, vorgenommen, und trotz der großen Einfachheit desselben in der Regel mit viel zu wenig Umsicht betrieben. Der Bratheerd besteht aus einer ebenen Fläche, die aus thonigem Materiale, etliche Zoll über der Hüttensohle erhöht, ziemlich luftdicht hergestellt und in der Mitte mit einem Luftcanal versehen wird. Eine Seite dieser Heerdfläche muß jedenfalls ganz frei sein, damit das Einsetzen und Ausnehmen des Bratens bequem vorgenommen werden könne; eine zweite Seite soll aber mit einer Mauer (Brandmauer) geschlossen sein, an welche der zu bratende Blattelstoff angelehnt wird; durch diese Brandmauer muß der Luftcanal hindurchgeführt werden; die beiden andern Seiten können nach Umständen offen oder geschlossen sein. Ueber dem Bratheerde wird ein Mantel angebracht, welcher die Funken und Wärme zu einer, gewöhnlich an einem Ende stehenden Esse führt. Der erwähnte Luftcanal kann aus Ziegeln, besser jedoch aus gußeisernen Rinnen, hergestellt werden, und erhält 3 bis 4 Zoll Breite und eine ungefähr gleiche Höhe; die Bedeckung erhält derselbe immer erst bei'm Anlegen des Bratens, in-

dem man geeignete Roheisenblattelstücke darüber legt und zum besseren Schlusse mit erdigem Kohlengestübbe überstreut. Durch diesen Canal wird während des Bratprocesses zur Unterhaltung und Regulirung des Bratfeuers von einem Gebläse aus ein schwacher Windstrom herbeigeführt. Die Größe der Heerdfläche ist, je nach der Blattelmenge, die mit einmal eingesetzt werden soll, sehr verschieden. Weniger als 50 und mehr als 150 Centner Blattel werden selten zu einem Braten genommen, wobei der Heerd 10 bis 20 Fuß lang und 5 bis 6 Fuß breit ist, damit man neben dem angesetzten Braten noch hinlänglichen Raum behalte, um selben herumgehen zu können.

Das Erste bei'm Ansetzen oder Einlegen des Bratens ist, daß man den Luftcanal in vorerwähnter Weise bedeckt, dann ein bei 4 Fuß breites und der Länge des Bratens angemessen langes Bett von Braschen in einer 4 bis 5 Zoll hohen Lage, nach der Mitte des Heerdes entlang, ausbreitet. Auf diesem Braschenbett werden die Blattel in wenig geneigter Lage aufgestellt, indem die erste Reihe an die Brandmauer und die folgenden an die bereits aufgestellten zu lehnen kommen. Die Breite dieses aufgestellten Blattelhaufens beträgt am Bette gegen 4 Fuß, nach aufwärts wird er aber gewölbartig zusammengezogen, so zwar, daß er in der Mitte, die sich gerade über dem Luftcanal befindet, bei 3 Fuß hoch wird; die Länge dieses Haufens ergiebt sich aus der Blattelmenge. Da die Blattel alle dickere Ränder haben, ergiebt es sich von selbst, daß man selbe nicht dicht aneinander setzen kann; zugleich sind sie aber meist mehr oder weniger gebogen, und man muß deßhalb mit Fleiß betrachten, sie nicht bloß nach Thunlichkeit dicht an einander zu stellen, sondern zugleich durch Zwischenstecken der kleineren Stücke den Haufen etwas dichter zu machen. Der auf diese Art

zusammengestellte Braten wird nun mit mehreren Körben voll kleiner Brasche überstreut, welche sich in die Zwischenräume der Blattel niederziehen und diese beiläufig ausfüllen. Hierauf streut man mehrere Tröge voll fein gepochter Garschlacke darüber, die sich großentheils gleichfalls in die Zwischenräume der Blattel begiebt; jedoch nicht allerorts findet dieses Schlackenüberstreuen statt, welches übrigens nur zu empfehlen ist. (Wenn die aufgestreute Frischschlacke ein reines Silicat wäre, wie dies wenigstens bei der krystallisirten Rohschlacke anzunehmen ist, dann allerdings müßte der Einfluß derselben mehr schädlich als nützlich sein; nachdem man hierzu aber immer nur Garschlacke verwendet, die stets eine nicht unbeträchtliche Menge feines oxydirtes Eisen, ähnlich dem Glühspan, enthält, so muß dieselbe der Wirkung des Glühspans entgegenkommen, und jedenfalls den Calo bei dem folgenden Frischprocesse vermindern.)

Endlich schüttet man zunächst grobe, dann feinere Braschen und zuletzt über den ganzen Haufen, wodurch er mit einer, gleich dem untergebreiteten Bette, 4—5 Zoll dicken Hülle umgeben wird, welche seiner Zeit zur Regulirung der Hitze mehr oder weniger begossen und festgeschlagen wird.

Das Anzünden des Bratens geschieht an dem der Brandmauer gegenüber liegenden Ende, welche schon früher in die volle Glut geräth, bevor das Feuer sich bis zum andern Ende verbreitet hat. Anfangs läßt man ziemlich viel Wind durch den Luftcanal strömen; wenn aber einmal die volle Glut eingetreten ist, muß man mit dem Winde verhältnißmäßig zurückweichen, ja in einzelnen Perioden, besonders gegen Ende des Processes, wird er ganz eingestellt, indem man nur den natürlichen Luftzug durchpassiren läßt. Die ganze Aufsicht des Braters bei dem entzündeten Haufen beschränkt sich darauf, daß er trach-

tet, eine langsame, gleichförmige Glühhitze von einem Ende des Bratens zum andern zu verbreiten, damit die Blattel an allen Stellen gehörig durchgebraten werden, ohne daß die Hitze an irgend einem Platze bis zum theilweisen Schmelzen gesteigert wird. Die Mittel dazu hat er in der Windführung und Regulirung der äußeren Hülle des Haufens; hauptsächlich aber hängt die Größe und Dauer der Hitze an den einzelnen Stellen von der Art und Weise der ersten Zusammenstellung, wie von der Menge und Beschaffenheit des zum Bette und zur Hülle verwendeten Brennmaterials ab, was sich während des Bratprocesses selbst natürlich nicht mehr ändern läßt.

Wenn das zuerst entzündete Ende des Haufens schon hinlänglich durchgeglüht, aber noch in völliger Glut sich befindet, schreitet man zum Bratenreißen, d. h., es werden die ganz gebratenen Partien mit langen Eisenhaken und Wuchtstangen heerdan gerissen, dann aber der übrige Haufen sogleich wieder mit Lösche bedeckt, also ähnlich wie bei'm ersten Kohlenausziehen eines liegenden Werkes bei der Holzverkohlung vorgegangen. Es ist nöthig, das Bratenreißen, wenigstens bei größeren Haufen, vor der gänzlichen Beendigung des Glühens zu beginnen, damit die durch theilweise zu große Hitze zusammengebratenen, halbgeschmolzenen Klumpen in der Glühhitze noch auseinander gerissen werden können, was im kalten Zustand entweder gar nicht, oder doch viel schwieriger zu vollbringen wäre; je mehr übrigens solche Klumpen zum Vorschein kommen, desto schlechter ist der Bratproceß ob zu rascher Hitze geführt worden. In dem Maße, als der Glühproceß von einem Ende des Haufens bis zum andern vorschreitet, wird mit dem Bratenreißen periodisch nachgegangen, bis endlich die letzte Partie herausgenommen ist. Bei einem Braten von 150 Centner, kann man

bei guten Blatteln rechnen, daß von der ersten Anfeuerung desselben in ungefähr 30 Stunden mit dem Bratenreißen begonnen wird, was mit periodischen Unterbrechungen durch ungefähr 10 Stunden währt, so daß auf das auf die ganze Bratperiode 40 Stunden fallen. Bei Braten mit beiläufig 50 Centnern dauert die ganze Bratperiode 15 bis 20 Stunden, wenn die Blattel nicht zu dick sind; bei dicken Blatteln hingegen, die langsamer und mit gesteigerter Hitze gebraten werden sollen, kann der Proceß von derselben Blattelmenge 30 bis 36 Stunden fordern, wenn man ein entsprechendes Resultat erlangen will. Nachdem der ganze Braten auseinandergerissen ist, wird der Heerd bis auf den Luftcanal sorgfältig gereinigt, wobei man gewöhnlich mehr oder weniger abgeschmolzenes und am Heerd gesammeltes Graueisen, Renner genannt, findet, weil man als Brater in der Regel einen der gemeinsten Arbeiter verwendet, von dem der ganze Proceß, ohne viele Ueberlegung, rein mechanisch betrieben wird.

Um das Braten der Blattel zweckdienlich vollbringen zu können, ist vor Allem eine Sortirung derselben nach der Dicke nothwendig. Dünne Blattel können rascher gebraten werden, dickere brauchen jedenfalls längere Zeit, durch welche die dünnen gänzlich in Glühspan verwandelt werden. Ueber ¼ Zoll dicke Blattel gehörig durchzubraten, ist schwer, weil hierbei die Hitze immer mäßiger und mäßiger werden soll, um das Ausschmelzen des rohen Kernes zu verhüten, was jedoch seine Schwierigkeit hat, da immer mehr und mehr Brennmaterial zur Entzündung gelangt und dickere Blattel schon bei'm Anlegen des Bratens mit etwas mehr Brennmaterial umgeben werden müssen, als die dünneren. Mit der bloßen Verminderung der Windmenge im Luftcanal langt man hierbei nicht gut aus, sondern man soll schon

bei'm Ansetzen des Bratens um so kleinere Braschen und mehr Lösche nehmen, je dicker die Blattel sind, wodurch bei gleicher Windmenge ein anhaltenderes, aber schwächeres Glühen erfolgt. Uebrigens versteht es sich von selbst, daß bei sonst gleichen Umständen ein um so vollendeteres Braten erforderlich ist, ein je weicheres Stabeisen darzustellen beabsichtigt, und daß es unter allen Umständen schlecht ist, wenn so gebraten wurde, daß einerseits die Blattel stark zusammengebacken sind und andererseits viel Roheisen ausgesaigert worden ist.

Um sich von dem Ausfall eines Bratens genaue Kenntniß zu verschaffen, ohne die man nie Meister des Processes wird, soll stets eine nähere Untersuchung der gebratenen Blattel vorgenommen werden. Zu dem Ende muß man die Blattel mit verschiedenen äußern und aus den verschiedenen Theilen des Haufens mit einem Hammer zerschlagen. Schon der Ton bei'm Anschlagen und die kleinere oder größere Schwierigkeit des Zerschlagens geben einigen Aufschluß, noch mehr aber das Aussehen der Bruchfläche. Ein heller Klang und leichtes Zerschlagen, ähnlich wie bei den rohen Blatteln, wird stets mit einer nur wenig veränderten Bruchfläche verbunden sein und beweis't, daß solche Stücke kaum ordentlich durchgeglüht, noch fast roh sind. Ein matter oder dumpfer Klang, etwas Zähigkeit bei'm Zerschlagen und eine graue Bruchfläche mit einzelnen lichten Puncten und allenfalls einer matten, weißen Haut an der Oberfläche beweisen, daß der Bratproceß zwar begonnen, aber noch bei weitem nicht vollendet war. Ein klangloser, scheppernder Ton, ähnlich wie ihn ein altes Eisenblech giebt, viele Zähigkeit bei'm Zerschlagen und eine nicht strahlende, mattweiße Bruchfläche, ohne grauen Kern, beweis't ein vollkommen gebratenes Stück; wenn jedoch ein grauer Kern oder Mittelstreif vorhanden,

der bei dicken Blatteln kaum zu vermeiden ist, so war der Bratproceß in dem Maße noch unvollendet, als der graue Streifen vorwaltend ist. Sehr häufig kommt bei dicken Blatteln, wenn die Hitze in der letzten Periode zu groß war, die Erscheinung vor, daß der graue Kern ausgeflossen ist und sich am Heerdboden als Renner gesammelt hat, während die Blattel mit den weißen, äußeren Lagen in hohlem Zustande zurückgeblieben sind; selbst bei dünnen Blatteln bieten die dicken Ränder derselben oft diese Erscheinung. Solche ausgeflossene Blattel sind zwar sehr leicht zu verfrischen, desto schwieriger aber der ausgeflossene Theil, daher man es viel lieber sieht, wenn der graue Mittelstreifen oder Kern in den Blatteln zurückbleibt, wenn er nur nicht zu beträchtlich ist.

Gewichtsabgang findet bei'm Braten keiner statt, es sollte im Gegentheil nur eine Gewichtsvermehrung eintreten, weil die Aufnahme an Sauerstoff bei der Glühspanbildung mehr beträgt, als die ganze Abscheidung an Kohlegehalt. Allein man findet doch nur selten ein Mehrgewicht nach dem Braten, weil ein großer Theil des Glühspans bei'm Bratenreißen und dem späteren Herumwerfen der gebratenen Blattel abfällt und verloren geht. Nur bei'm Ueberstreuen des Bratens mit gepülverter Frischschlacke zeigt sich stets ein merklicher Gewichtszugang von der vielen anklebenden Schlacke.

Der Brennmaterialaufwand beträgt **per** 100 Pfund Brateisen ungefähr 2 Kubikfuß, wozu jedoch meist Braschen und Lösche verwendet werden, die bei den gewöhnlich sehr schlechten, unreinen Braunkohlen ohnehin in solcher Menge abfallen, daß man selbe bei dem Frischprocesse nie alle verwenden kann.

Das vereinte Hartzerrennen und Braten des Roheisens.

Wir haben schon weiter oben bemerkt, daß das Hartzerrennen eine sehr unvollkommene Vorbereitung des Roheisens sei, und daß der Kohlegehalt in demselben oft kaum weniger als in dem zu dem Processe verwendeten Roheisen betrage. Solche Böden sind bei dem folgenden Processe schwer zu verarbeiten. Aus diesem Grunde werden solche Hartzerrennböden, gleich den rohen Blatteln, vor ihrem Verfrischen dem Bratprocesse unterworfen. Früher war dieser Proceß auf mehreren Hütten in Steyermark üblich, jetzt wird er aber nur noch theilweise auf einigen Salzburger Hütten ausgeführt.

Die Frischarbeit in Flammöfen oder das Puddelfrischen.

Obgleich bereits im 17. Jahrhundert in England mehrere Patente auf Verfrischen von Roheisen in Flammöfen bei Steinkohlen ertheilt worden sind, so gelang es doch erst im Jahre 1787 den Engländern Cort und Parnell, dieses Verfahren mit Erfolg durchzuführen.

Die Erscheinungen bei dieser Frischmethode lassen sich aus dem Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Glüh- und Schmelzhitze leicht erklären. Dunkelblaugraues und am wenigsten Graphit enthaltendes Roheisen erleidet bei'm Zutritte der Luft in der Glühhitze keine schnelle Veränderung. Durch anhaltendes Glühen wird es eine mürbe, stabeisenartige Masse ohne Zusammenhang, indem der Graphit nicht zerstört wird. Weißes Roheisen wird dagegen in starker Glühhitze bei schwachem Luftzutritt mit einem geringen Eisenverlust in Stabeisen umgeändert,

während das graue Roheisen nur den geringsten Antheil Kohle, welcher mit ihm chemisch verbunden war, verliert und das entkohlte Roheisen bei fortgesetztem Glühen oxydirt, ohne daß der Graphit früher zerstört wird, als bis auch die ganze Eisenmasse schon oxydirt worden ist. Garende Zuschläge, die in der Glühhitze ihren Sauerstoff abtreten, haben dieselbe Wirkung, als freier, ungebundener Sauerstoff.

In der Schmelzhitze treten alle gedachten Veränderungen schneller ein, als in der bloßen Glühhitze, und zwar wiederum bei'm weißen Roheisen schneller, als bei'm grauen, weil jenes alle Stufengrade des Weichwerdens, bis zum wirklichen Schmelzen durchgeht, also in einen Zustand versetzt werden kann, welcher die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Kohle im Eisen befördert. Eines solchen Mittelzustandes zwischen starr und flüssig ist das graue Roheisen nicht fähig, weßhalb es sich bis zur Schmelzhitze am Wenigsten verändert. — Ist diese erreicht und das Roheisen tropfbar flüssig, so ist der Einfluß des freien sowohl, als des gebundenen Sauerstoffs ganz gleich; allein er wirkt in dieser hohen Temperatur zu heftig, und indem die Kohle verbrennt, oxydirt auch zugleich das Eisen und dasselbe verschlackt. Bei'm grauen Roheisen aber erfolgt dies schneller, als bei'm weißen, weil jenes zum Flüssigwerden eine höhere Temperatur erfordert und dieselbe die Verschlackung befördert. Aus demselben Grunde verschlackt auch aus leichtflüssigen Beschickungen erblasenes und mehr Graphit enthaltendes Roheisen weniger, als das aus strengflüssigerer Beschickung dargestellte.

Spiegeleisen, die leichtflüssigste Roheisenart, verhält sich fast wie graues aus leichtflüssiger Beschickung, geht aber weniger plötzlich aus dem starren in den tropfbaren Zustand über. Letzteres kann, durch plötzliches Erstarren bei'm Begießen mit Wasser im Ofen,

in weißes Roheisen umgeändert werden, welches sich dann, bei vorsichtiger Regulirung der Hitze, in einen teigartigen Zustand versetzen läßt. Da aber Spiegeleisen in der zum Frischen erforderlichen Temperatur schon zu schmelzen beginnt, so läßt es sich nur mit garenden Züschlägen zum Frischen bringen und eignet sich daher auch wenig zum Flammofenfrischen.

Das weniger Kohle enthaltende weiße Roheisen bleibt dagegen lange in dem Mittelzustande zwischen starr und flüssig, es kann daher in niedern Graden der Schweißhitze, durch langsame Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft, entkohlt werden und bedarf keiner garenden Zuschläge. Auch verschlackt es sich nicht so leicht, wenn man nur dahin sieht, möglichst wenig unzersetzte Luft durch den hinlänglich hoch mit Kohlen angefüllten Rost, oder durch die Arbeitsöffnung in der Einsetzthüre des Ofens strömen zu lassen. Das beste Material für die Flammofenfrischerei bleibt also das luckige oder das demselben nahe stehende weiße Roheisen, welches auch durch Vorbereitung aus grauem und halbirtem Roheisen bereitet werden kann.

Das Roheisen enthält aber außer Kohle auch noch Schwefel, Phosphor, Silicium und Mangan, und zwar von den letzteren beiden Substanzen um so mehr, in je größerer Hitze es erzeugt ward. Aus diesem Grunde wendet man also graues Roheisen um so weniger zum Flammofenfrischen an, sondern um so mehr gehörig vorbereitetes, da es nicht allein ärmer an Kohle, sondern auch reiner an Phosphor, Mangan und Silicium ist, und da es endlich auch keiner garenden Zuschläge bedarf.

Dennoch verwendet man auf vielen Hütten das graue und halbirte Roheisen unmittelbar zum Flammofenfrischen, theils um die mit der Vorbereitung verbundenen Kosten zu vermeiden und theils, weil das

Verfrischen des weißen Roheisens geübtere und gewandtere Arbeiter erfordert. Wirklich läßt sich auch gutartiges Holzkohlenroheisen recht gut unvorbereitet, mit Hülfe von garenden Zuschlägen, im Flammofen verarbeiten und selbst mit dem mit guten Coaks aus gutartigen Erzen und bei leichtflüssiger Beschickung erzeugten Roheisen läßt sich ein gutes Stabeisen darstellen. Dagegen wird man, wenn das Roheisen starke Beimischungen von Phosphor und Silicium enthält, durch das unmittelbare Verfrischen des grauen und halbirten Roheisens nie ein gutes Stabeisen zu fabriciren im Stande sein.

Man unterscheidet daher bei dem Flammofenfrischen zuvörderst zwei Hauptmethoden, von denen die eine unmittelbar graues und halbirtes Roheisen, die andere aber nur weiß gemachtes verarbeitet. Die erste Methode nennt man das Schlackenfrischen, die andere das Weißeisenfrischen.

Das Verpuddeln des Roheisens, Fein- oder Weißeisens erfolgt in Flammöfen, die mit Steinkohlen, Braunkohlen, Holz, Torf und Gasen gefeuert werden, unter dem Einflusse derselben Agentien, wie in den Frischfeuern. Das Roh- oder Feineisen wird auf dem Heerde des Ofens in Fluß gebracht, dann durch Menschenhände umgerührt, so daß alle seine Theile der Einwirkung des Luftstromes ausgesetzt werden, der durch den Zug der Esse hervorgebracht worden ist, sowie auch der Einwirkung der Schlacken, welche sich bilden, oder welche man während der Arbeit zuschlägt.

Von dem Roheisen.

Die verschiedenen Roheisenarten verhalten sich bei'm Puddeln fast auf dieselbe Weise, als bei'm Heerdfrischen; in beiden Fällen veranlaßt das sehr

graue Roheisen, welches nur in einer hohen Temperatur schmilzt und dann unmittelbar flüssig wird, stets mehr Arbeit und Abgang, als das weiße und halbirte Roheisen, indem sich dasselbe leicht in dem teigigen Zustande erhält, in welchem die Kohle von dem Sauerstoffe der Luft leicht entfernt wird; aus denselben Gründen ist es häufig der Fall, daß die letzteren Roheisenarten weit schlechtere Producte geben, als die ersteren. Feineisen, Weißeisen, oder auch gebratene Scheiben oder Blatteln, lassen sich sehr gut ohne Zuschlag von Garschlacken verpuddeln. Weißes oder halbirtes Roheisen erfordern den Zuschlag nicht durchaus, während graues Roheisen nur sehr langsam frischt, wenn man während des Processes nicht Hammerschlag anwendet, da es keine anderen Agentien giebt, die wirksam auf die Kohle sein können, während das Metall im vollen Flusse ist. Man muß selbst oft Wasser in den Ofen gießen, um das flüssige Metall abzukühlen, und um zu gleicher Zeit Oxydul zu bilden.

Aus diesen verschiedenen Gründen zieht man das halbirte Roheisen dem grauen vor; allein man muß sich vor dem Glauben hüten, daß dieses letztere nur unter der Bedingung gute Producte geben könnte, daß es in Feineisen verwandelt wird! Die Erfahrung beweis't alle Tage das Gegentheil, und es ist sicher, daß das Feinen nur dann unumgänglich nothwendig ist, wenn das rohe Eisen Phosphor enthält. Das graue Roheisen muß selbst dem weißen vorgezogen werden, wenn beide aus schwefelhaltigen Erzen oder mit schwefelhaltigen Coaks erzeugt worden sind, da das zweite erwiesenermaßen immer mehr Schwefel, als das erstere, enthält. Kurz, man muß vor allen Dingen die Reinheit des Roheisens berücksichtigen und dann erst die größere oder geringere Graphit- und Siliciummenge, welche es enthal-

ten kann, weil diese Substanzen immer weit leichter fortgeschafft werden können, als Schwefel oder Phosphor.

Das zu verpuddelnde Roheisen wird immer in Stücken von 60 bis 85 Pfund angewendet; das Feineisen wird in Stücken von 40 bis 50 Pfund zerschlagen.

Von den Steinkohlen.

Obgleich bei dem Puddeln das Eisen nicht in unmittelbarer Berührung mit dem Brennmateriale steht, so hat die Beschaffenheit der Kohle dennoch einen bedeutenden Einfluß auf seine Güte, und wenn man reine Steinkohlen haben kann, so muß man die Anwendung der schwefelhaltigen zu vermeiden suchen. Man nimmt gewöhnlich solche, die eine lange Flamme geben, etwas backen, sich leicht entzünden und sich leicht auf dem Rost erhalten. Es ist nicht erforderlich, daß sie eine hohe Temperatur entwickeln. Das Puddeln mit Sandkohlen, die keine Flamme geben (z. B. Anthracit), ist noch ein zu lösendes Problem; man wird ohne Zweifel noch dahin gelangen, daß sie mit Flamme verbrennen, wenn man Wasserdämpfe, die auf eine sehr hohe Temperatur gebracht sind, in den Heerd strömen läßt, und indem man das Zerspringen durch Mittel verhindert, die wir bereits kennen gelernt haben.

Unter den **Braunkohlen** giebt es einige Abänderungen, die eine sehr gute Flamme geben und mit denen man bei'm Puddelproceß treffliche Resultate erreicht hat.

Von dem Holze.

Neuerlich hat man auch auf mehreren Hütten Holz zum Puddeln, sowie auch zum Schweißofenbe-

triebe angewendet; so namentlich zu Neuberg in Steyermark, und auf mehreren andern österreichischen Hütten. Man benutzt besonders das Weißtannen-, Fichten- oder Rohtannen- und das Lerchenholz, indem dieselben, wie die Nadelhölzer überhaupt, eine sehr gute und lange Flamme geben. Das Holz, besonders wenn es geflößt worden ist, muß an der Luft, oder auch in Oefen getrocknet gehörig werden; um es lufttrocken zu machen, ist es am Zweckmäßigsten, es in Haufen oder Maltern aufzustellen, die auf daruntergestellten Stützen mehrere Fuß über der Erde stehen, so daß die Luft darunter durchstreichen kann, und die oben eine dachförmige Gestalt haben, so daß das Regenwasser ablaufen kann.

Die zum Trocknen angewendeten Oefen haben eine verschiedenartige Gestalt, sie werden entweder unmittelbar, oder durch die entweichende Flamme aus anderen Oefen gefeuert. Die zu Neuberg angewendeten sind in der berg- und hüttenmännischen Zeitung, Jahrg. 1843, S. 444 ff., beschrieben und abgebildet, und wir müssen hier um so mehr darauf verweisen, ohne sie hier mitzutheilen, da alle diese Apparate erst versuchsweise angewendet worden sind und man noch zu keinem absoluten Resultat über die beste Einrichtung gelangt ist. — Es versteht sich von selbst, daß das getrocknete Holz in Stücke von zweckmäßiger Länge geschnitten und gespalten wird. Das Zerschneiden geschieht am Besten mit einer Kreissäge, das Zerspalten der Kloben kann sehr zweckmäßig mit einem vierflügeligen eisernen Keile bewerkstelligt werden.

Von dem Torf.

Der in den Puddel- und Schweißöfen in mehreren Hütten, z. B. in Königsbronn im Würtembergischen, in Böhmen 2c., angewendete Torf wird erst

lufttrocken gemacht, und dann in Trocknenapparaten, welche entweder durch besondere Heerde, oder durch die entweichende Hitze aus anderen Apparaten erhitzt werden, gänzlich getrocknet. Diese Trocknenapparate haben übrigens eine sehr verschiedene Einrichtung, und es würde uns, aus den schon oben beim Holz angeführten Gründen, zu weit führen, sie hier beschreiben zu wollen. Die zu Königsbronn im Würtembergischen angewendeten sind in der berg= und hüttenmännischen Zeitung, Jahrg. 1843, S. 737 2c., beschrieben und abgebildet worden.

Von den Gasen.

Eine jetzt sehr wichtige hüttenmännische Tagesfrage besteht in der Benutzung der aus den Hohöfen, aus den Frischfeuern 2c. entweichenden, oder aus festen Brennmaterialien erzeugten Gase zur Feuerung von Flammöfen, sowie überhaupt die Ersetzung fester Brennmaterialien durch gasförmige. Die letzteren haben vor ersteren den Vorzug, die ihrer Heitzkraft entsprechende Temperatur augenblicklich zu entwickeln, so daß man eine weit stärkere und nach Belieben zu leitende Hitze erlangen kann. Es ist sehr leicht, mit den Gasen entweder eine Oxydation, oder eine Reduction, oder eine bloße Temperaturerhöhung weder in Verbindung mit der einen, noch der andern, hervorzubringen. Auch ist die Anwendung der gasförmigen Brennmaterialien weit ökonomischer, als die der festen, weil sie weit weniger Wärmeverlust veranlassen; sie ist auch schon deßhalb weit zweckmäßiger, weil dabei die Erzfeinde der Eisenfabrication, Schwefel und Phosphor, von dem Eisen abgehalten werden.

Außerdem gewähren die gasförmigen Brennmaterialien noch den Vortheil, daß mittelst derselben die Temperatur der Verbrennung leicht verändert werden

kann, indem man die Temperatur der zur Verbrennung der Gase in den Ofen eingeführten atmosphärischen Luft modificirt. In den gewöhnlichen Oefen hat man diese leichten Mittel, um zum Zwecke zu gelangen, nicht. Nun ist es aber oft von Wichtigkeit, die von dem Brennmaterial entwickelte Temperatur auf's Höchste zu steigern. Denn offenbar gelangt man um so schneller und um so wohlfeiler dahin, z. B., um die Schmelzung oder die Erweichung des Eisens in den Flammöfen zu erlangen, je bedeutender die Differenz zwischen der erforderlichen und der wirklich vorhandenen Temperatur ist. Die Menge der benutzten Wärme, oder vielmehr diejenige, welche von der zu erhitzenden Substanz in den Gasstrom aufgenommen worden ist, wird bei übrigens gleichen Umständen ein um so bedeutenderer Bruch von der ganzen Wärme des Stroms sein, je größer dieser Unterschied zwischen den beiden Temperaturen sein wird.

Die Einrichtung eines Gasflammofens, der mit Gas gefeuert wird, welches aus Steinkohlen in einem besondern Gasofen erzeugt wird, lernten wir schon oben bei dem Feinen und Raffiniren des Roheisens kennen. Dies muß um so mehr für den Zweck des vorliegenden Werkes genügen, da die Feuerung der Gasflammöfen mit den aus den Hohöfen entweichenden Gasen bis jetzt noch nicht den guten Erfolg gehabt hat, wie die Feuerung derselben mit solchen Gasen, die besonders zu dem Zweck erzeugt worden sind.

Einrichtung der Puddel- und Schweißöfen.

Sowohl die Puddel-, als auch die Schweißöfen, die man in den englischen Stabeisenhütten anwendet, können in vier Arten getheilt werden. Die Oefen der ersten Art haben jeder eine besondere Esse, und die aus denselben entweichende Hitze geht verloren. Die

Oefen der zweiten Art haben auch jeder eine besondere Esse, allein man benutzt die aus dem Fuchs ausströmenden Gase zur Dampfkesselfeuerung. Die der dritten Art haben eine gemeinschaftliche Esse, und die Wärme entweicht unbenutzt. Die der vierten Art endlich haben auch eine gemeinschaftliche Esse, aber die entweichende Hitze wird vorher zur Dampfkesselfeuerung benutzt. Wir wollen die Oefen erster Art Essenöfen, die der zweiten Essenöfen mit Kessel, die der dritten Oefen mit unterirdischem Zug und die der vierten Kesselöfen nennen. Bei allen diesen Systemen ist der eigentliche Ofen auf gleiche Weise eingerichtet; folglich brauchen wir denselben nur einmal zu beschreiben und in den übrigen nur von der Richtung der Flamme bei ihrem Ausströmen aus dem Fuchse zu reden.

Von den Essenöfen. Arten der Oefen.

Es giebt zwei Arten von Puddelöfen, nämlich massive und Luftöfen. Bei den erstern sind die Umfangsmauern des Heerdes massiv. Bei den zweiten ist rings um den Heerd ein leerer Canal vorhanden, durch den ein Luftstrom geht, wodurch die mit dem Metall in Berührung kommenden Wände, welche die größte Hitze zu ertragen haben, abgekühlt werden. Erstere sind die älteren Oefen. Die Erfindung der Luftöfen muß als eine sehr wesentliche Verbesserung des Puddelprocesses angesehen werden.

Statt um den Heerd einen Strom kalter Luft circuliren zu lassen, hat man es in Deutschland versucht, die Ofenwände durch Wasser, welches stets erneuert wird, abzukühlen. Allein da die hohlen, gußeisernen Kästen, durch welche man das Wasser um den Ofen strömen läßt, sehr leicht springen und dann

das Wasser auf den Heerd läuft, so hat diese Methode nicht viel Anhänger gefunden.

Luftöfen.

Wir wollen den Ofen und die Esse, jedes für sich, beschreiben, indem letztere bei allen Puddelöfen, mögen sie massive oder Wände mit Luft- oder mit Luft- und Wasserstrom haben, gleich ist. Mit Ausnahme der Höhe findet auch dasselbe bei den Schweißöfen statt. Eben so haben die Schweißöfen mit Kesseln dieselbe Einrichtung, wie die Puddelöfen, deren verloren gehende Hitze man zur Dampferzeugung anwendet.

Fig. 105 und 106, Taf. XI., stellen eineu Grundriß und einen senkrechten Durchschnitt von einem Schweißofen mit Esse dar, und die Fig. 103 und 104, Taf. X., geben den Grundriß und den senkrechten Durchschnitt eines Gemäuers mit vier Puddelöfen mit Luftcirculation, die einen Kessel feuern. Um nämlich die Puddelöfen dauerhafter zu machen und die Qualität des Eisens zu verbessern, läßt man in den Wänden, welche der unmittelbaren Berührung des Metalls und den stärksten Hitzgraden ausgesetzt sind, Luft circuliren. Zu dem Ende läßt man bei Aufführung der Seitenmauern des Ofens einen offenen Canal, der durch mehrere Oeffnuugen mit der äußern Luft in Verbindung steht, und den man nach dem Ofen zu mit eisernen Platten verschließt. Die bei Feuerung des Ofens entstehende Luftströmung kühlt diese Platten ab und verhindert ihre Schmelzung. Jedoch muß man dafür sorgen, daß das in dem Ofen behandelte Roheisen nicht in Berührung mit den Seitenplatten kommt. Man erreicht diesen Zweck, indem man an den Wänden, welche das Roheisen umschließen sollen, Kalksteine aufstellt, die man mit flüssigen Schlacken

in ihrer Lage erhält. Die Brücken sind ebenfalls hohl und mit gußeisernen Platten und auf der Heerdseite ebenfalls mit eimem Kalksteinfutter versehen. Die Canäle unter den Brücken stehen mit denen, welche den Heerd umgeben, in Verbindung.

Die Fig. 104, Taf. **X.**, ist ein senkrechter Durchschnitt des Ofens nach **AB**, Fig. 103, parallel mit den Brücken. **S** Heerdplatte. **n** Seitenmauer des Ofens. **V** Gewölbe. **a** Canal, welcher den Heerd umgiebt, und in welchem ein Luftstrom circulirt. Auf der Heerdseite wird dieser Canal von einer gußeisernen Platte verschlossen, welche auf der Heerdplatte ruht. **k** Kalkstein-Bruchstücke, die mit Puddelofen-Schlacken aufgemauert, oder nur aufeinander gelegt, aber mit Schlacken verbunden worden sind, die man beim Anfeuern und während des Betriebes anbringt. Diese Kalksteine bilden eine dichte Umgebung rings um den Ofen und halten das flüssige Roheisen und die flüssige Schlacke in demselben zurück.

Die Fig. 102 zeigt die Art und Weise, wie der Luftzug in den Canälen hergestellt wird. Die kalte Luft gelangt durch die kleinen, fast senkrechten Canäle **pppp** aus dem hohlen Raume unter dem Heerde herbei. Dieser ruht an dieser Stelle auf Mauervorsprüngen. Nachdem nun die Luft die Seitencanäle durchströmt und sich erwärmt hat, strömt sie durch die kleinen, senkrechten, in der Mauer angebrachten Canäle **dddd** aus. Man sieht, daß die die kalte Luft zu- und die erwärmte abführenden Canäle ein geschobenes Viereck mit einander bilden.

Die beiden Brücken sind hohl und stehen unten mit der äußern Luft in Verbindung.

Die Feuerbrücke wird mit Hülfe einer gußeisernen Platte in Form eines rechten Winkels und einer mit drei Griffen versehenen Platte construirt; dieselbe und die Winkelplatte liegen mit ihren Enden in den

Seitenmauern des Ofens, und zwar ganz horizontal. Die Platte mit den Griffen ruht außerdem auf einem gußeisernen Schwell, der auch die Heerdplatte auf der Seite der Breite der Brücke trägt. s Heerdsohle; man sieht auch, auf welche Weise die Ziegelsteine angebracht sind, um den Canal in der Brücke hervorzubringen.

Der Ofen wird mit gewöhnlichen und mit feuerfesten Ziegelsteinen aufgeführt. Alle Theile, welche die Einwirkung der Wärme zu ertragen haben, bestehen aus feuerfesten Ziegelsteinen, die übrigen Theile aber aus gewöhnlichen. Man gebraucht rohe oder ungebrannte und gebrannte feuerfeste Ziegelsteine.

Man muß rohe Ziegelsteine von 7½ engl. Zoll Länge, 4¼ Zoll Breite und 4¼ Zoll Stärke und andere rohe Steine von derselben Länge und Breite und von der halben Dicke haben. Von den gebrannten feuerfesten Ziegelsteinen sind die einen 8½ Zoll lang, 4¼ Zoll breit und 2¼ Zoll dick, andere 8½ Zoll lang und 2¼ Zoll breit und hoch. Sie dienen zur Verbindung der andern feuerfesten Ziegelsteine und zur Theilung der Fugen. Andere endlich, jedoch nur in kleiner Anzahl, haben eine keilförmige Gestalt von 8½ Zoll Länge und 2¼ Zoll Dicke und dienen zur Anfertigung der Bögen über der Thür und des Gewölbes an der Esse.

Die rohen Ziegelsteine haben eine längere Dauer als die gebrannten, allein sie erleiden eine Volumveränderung, so daß für gewisse Theile des Ofens gebrannte Steine nothwendig sind. Die geringere Dauer der letzteren rührt daher, daß der Mörtel, den man anwendet, feucht sein muß. Die genannten Steine absorbiren die Feuchtigkeit, so daß der Mörtel schwindet und die Flamme in die Zwischenräme dringt. Die Flamme wirkt stets an den Puncten am stärk-

sten, wo sie Widerstand findet. Die vermauerten rohen Ziegelsteine bilden dagegen ein Ganzes.

Die Fig. 104 zeigt, auf welche Weise man die Seitenmauern des Ofens aufführt. t, Mantel= oder Umfassungsplatte; e, gebrannte Ziegelsteine; n, rohe Ziegelsteine bis zum Gewölbe. Der Zwischenraum o wird mit gewöhnlichen Ziegelsteinen ausgefüllt. Folglich besteht der innere Theil des Mauerwerks aus feuerfesten Steinen, und die ganze nothwendige Füllung, um dem Ofen die Form eines Parallelepipeds zu geben, wird aus gewöhnlichen Ziegelsteinen aufgeführt.

Die Mauer an der kurzen, der Esse entgegengesetzten Seite des Ofens ist einfach, d. h., sie hat keine Bekleidung von gewöhnlichen Ziegelsteinen.

Zwischen das Mauerwerk und die Platte bringt man etwas feuerfesten Mörtel, so daß diese aus einem Ziegelstein bestehende Mauer etwa 10 Zoll stark ist. An der großen Oeffnung n, Fig. 106 Taf. **XI** aber hat die Mauer nur die Stärke eines halben Ziegelsteines. Der Feuerraum besteht aus gebrannten, feuerfesten Ziegelsteinen.

Das Gewölbe ist einfach; wollte man es mit einem Mantel umgeben, so würde es nicht hinlänglich abgekühlt werden, und die Ziegelsteine würden schmelzen. Es wird von rohen Ziegelsteinen angefertigt.

Die Feuerbrücke besteht aus den besten gebrannten Ziegelsteinen. — Zu der kleinen Brücke nimmt man rohe Ziegelsteine, ausgenommen die die Platte bedeckende Lage, welche aus gebrannten Steinen besteht.

Der ganze Fuchs besteht aus ungebrannten Steinen. Die Böschung ist treppenförmig, allein man gleicht sie aus, indem man die Stufen mit feuerfestem Mörtel und Sand ausfüllt.

Der Boden der Esse besteht aus Sand, der am besten auf einen feuerfesten Sandstein oder auf ein feuerfestes Mauerwerk aufgeschüttet wird. Der untere Theil der Esse besteht aus gebrannten feuerfesten Steinen, weil sie der ätzenden Einwirkung der Schlakken besser widerstehen, und weil sie durch den Einfluß der Hitze weniger schwinden, als die ungebrannten Steine. Bei den Kesselöfen besteht die Esse aus einfachem Mauerwerk, und man bedeckt sie mit einem Gewölbe, welches aus vier bis fünf Paqueten von 8 gebrannten Ziegelsteinen, die in halben eisernen Rahmen eingeschlossen sind, aufgeführt ist. Diese Methode, das Gewölbe der Esse anzufertigen, ist sehr vortheilhaft. Bei den Essenöfen ist das Mauerwerk einfach und besteht aus ungebrannten feuerfesten Steinen, von dem Ende des Gewölbes, bis zu den Tragebalken. Ohne Zweifel würde es für die Geschwindigkeit des Zuges weit vortheilhafter sein, in diesem Theil der Esse, sowie für den ganzen, welcher auf den Tragbalken ruht, ein doppeltes Mauerwerk anzuwenden; jedoch ist die Hitze in diesem Durchgange so stark, daß die Ziegelsteine schmelzen würden, wenn man die Hitze mittelst eines Mantels concentriren wollte.

Von den drei Mauern, welche den Theil der Esse verschließen, durch welchen die Flamme eintritt, bestehen zwei von der Hüttensohle bis zum höchsten Puncte des Gewölbes k, Fig. 106 Taf. XI aus zwei und eine aus einem halben Ziegelsteine; letztere enthält die Abstichöffnung.

Der größte Theil des Mauerwerks unter dem Heerde und unter dem Roste kann aus gewöhnlichen Ziegelsteinen aufgeführt werden.

Umfassungs- oder Mantelplatten.

Diese Platten sind auf Fig. 103 Taf. X dargestellt. Die Hinterplatte von der kurzen Seite, die der Esse gegenüber liegt, hat eine große und zwei kleine, kreisrunde Oeffnungen, welche die Reparatur der Feuerbrücke von der Rostseite gestatten, ohne daß der Ofen kalt gelegt zu werden braucht. Zu dem Ende nimmt man die Ziegelsteine, welche die Oeffnungen frei lassen, heraus, stellt die Brücke her und vermauert die Oeffnungen von neuem. Die Mantelplatte für eine der langen Seiten des Ofens bedeckt das Mauerwerk in der Nähe des Schürlochs; t, Schürlochöffnung; a, Oeffnung, welche man mit einem Ziegelsteine verschließt, und durch welche man, ohne den Betrieb zu stören, das Innere der Feuerbrücke untersuchen kann. b', kleine Oeffnung, durch welche man in das Innere des Ofens Eisenstäbe bringen und schweißwarm machen kann, die man an die Luppen oder an die Paquete schweißt, um sie unter dem Hammer handhaben zu können. Man nennt diese Stäbe im Englischen und Französischen gouver, crosse, queue*). Zuweilen giebt es mehrere Oeffnungen für dieselben, zuweilen fehlen sie aber auch ganz. Diese Platte kann auch noch mehre andere Oeffnungen haben, um ihr Gewicht zu vermindern und um sie leichter hinzustellen und wegnehmen zu können. Jeder Ofen hat zwei dieser Platten, die einander gegenüber liegen. Die beiden Mantelplatten für die lange Seite des Ofens in der Nähe des Fuchses. Die Mantelplatte, die der Arbeitsthür gegenüber liegt. Die Platten für die kurze Seite, die dem Feuerraum ge-

*) Im Deutschen haben wir noch keine besondere Benennung dafür.

genüber liegt; sie werden zu beiden Seiten des Fuchses angebracht.

f, Abstichöffnung im Niveau der Heerdsohle. Zuweilen wird dieselbe mit einem feuerfesten Ziegelsteine verschlossen, besser aber auf folgende Weise: In die Mitte legt man ein Stück Steinkohle, außerhalb bringt man fetten Thon und auf der innern Seite Schlacken an. Man öffnet diese Stichöffnung, wenn man die Schlacken aus dem Ofen ablassen will.

Fig. 102, Taf. X zeigt die gußeiserne, aus vier übereinander greifenden Stücken bestehende Heerdsohle des Ofens.

Verankerung.

Die Mantelplatten des Ofens werden oben durch zwei, 172 engl. Zoll lange und 1 Zoll im Quadrat starke, und durch fünf, einen rechten Winkel mit denselben machende, 86 Zoll lange und ebenso starke Bolzen festgehalten. Alle diese Bolzen haben an dem einen Ende ein Splett und an dem andern eine Schraubenmutter. Unten sind die Mantelplatten in den Mauern, welche sie umschließen, mittelst 10 Anker befestigt, von denen jeder zwei Haken hat, deren einer nach unten, der andere nach oben zu gerichtet ist. Siehe Tafel X, Fig. 104. Zwischen den Haken oder Rändern sind diese Anker 1 Fuß lang, jene 4 Zoll hoch, 3 Zoll breit und $\frac{3}{4}$ Zoll stark. Der eine Haken greift über die Platte, der andere über die Mauer.

Der Thürrahmen wird mit den beiden Platten, zwischen denen er befindlich ist, mittelst 4 Bolzen verbunden, die auf der Thürseite einen eingelassenen Kopf und auf der andern ein Splett oder Schließkeil haben. Diese Bolzen sind 5 Zoll lang und 1 Zoll stark.

Der Thürschwell muß in seiner Lage stark befe-

festigt werden. Es geschieht dies, wie schon bemerkt wurde, mittelst zweier Anker; jeder derselben hat zwei Bolzen mit Splett.

Die Essen können einfach sein oder mehrere Abtheilungen haben, je nachdem sie für einen oder mehrere Oefen bestimmt sind.

Einfache Essen.

Die Esse eines einzelnen Ofens hat doppelte Mauern. Die innere oder Futtermauer, welche der unmittelbaren Einwirkung der Flamme ausgesetzt ist oder den eigentlichen Essenschacht bildet, besteht aus feuerfesten Ziegelsteinen. Zu der äußern oder sogenannten Rauhmauer, welche den Essenschacht verstärkt, wendet man gewöhnlich Ziegelsteine an. Zwischen der Futter- und Rauhmauer bleibt ein leerer Raum, durch welchen Luft circulirt, die zur Abkühlung der Futtermauer dient.

Da die Esse selten Reparaturen bedarf, während diese bei dem Ofen oft erforderlich sind, so ist es nöthig, beide unabhängig von einander zu machen. Diese Bemerkung ist auf die beiden Mauern der Esse anzuwenden. Die Futtermauer muß in verschiedenen Höhen ausgewechselt werden können, ohne deßhalb die Rauhmauer einreißen zu müssen. Außerdem muß man die Essen so leicht, als möglich machen.

Um diesen Bedingungen zu entsprechen, führt man die Rauhmauer auf Tragständern und Balken auf und erleichtert den Bau, indem man zwei Etagen bildet, von denen die untere die Stärke einer Ziegelsteinlänge und die obere die einer Ziegelsteinbreite hat, und indem man in der untern Etage auf zwei entgegengesetzten Seiten Oeffnungen oder Gewölbe wie bei den Hohöfen läßt, wodurch man zu dem Futter von feuerfesten Steinen gelangen kann.

Auch stützt man letzteres an gewissen Puncten durch Bogen auf die Rauhmauer, so daß man das Futter in verschiedenen Höhen theilweise, ohne Nachtheil des übrigen, wegnehmen und wieder einsetzen kann.

Das Ganze muß durch eine zweckmäßige Verankerung verstärkt werden.

Fig. 106 ist ein senkrechter Durchschnitt durch die Mitte der Esse und des Ofens; **g, g,** Futtermauer von feuerfesten Ziegelsteinen oder eigentlicher Essenschacht. d, Rauhmauer oder Mantel von gewöhnlichen Ziegelsteinen. f, f, leerer Zwischenraum von 6 Zoll Breite zwischen den beiden Mauern.

p, p, gußeiserne Tragständer und **m, m,** gußeiserne Balken, welche die Rauhmauer der Esse tragen, die von dem Essenschacht gänzlich unabhängig ist. **b, b,** erste Etage oder erster Absatz, eine ganze Ziegelsteinlänge stark, und **d, d,** zweite halb so starke Etage. Bei den Puddelöfen ist der erste Absatz 15 und der zweite 10, bei den Schweißöfen sind beide jeder 15 Fuß hoch.

v, v, v, Fig. 106, Taf. **XI**, Gewölbebogen beim Anfang der verschiedenen Absätze der Esse. Sie theilen das feuerfeste Schachtfutter in drei Theile, von denen jeder für sich reparirt werden kann, und stützen sich gegen die Rauhmauer von gewöhnlichen Ziegelsteinen.

Eiserne Rahmen von 3 Zoll Breite armiren das feuerfeste Mauerwerk von unten bis oben; sie liegen 3½ Fuß von einander, sind aber auf den Figuren weggelassen. Durch die Rauhmauer liegen horizontale eiserne Anker, 3 Fuß übereinander, deren Köpfe außerhalb befindlich sind und viereckige Löcher haben, welche senkrechte Ankerstäbe oder Splinte aufnehmen, die an der Mauer anliegen.

q, Register oder Essenklappe; **T,** Gesims oder Deckkranz der Esse. Zu einer einfachen Esse sind

4 Tragständer, 4 gußeiserne Schwellen unter denselben und 4 Balken über denselben erforderlich, welche letztere die Rauhmauer tragen, die bis dahin fehlte.

Vor der Abstichöffnung, die im untern Theil der Esse vorhanden ist, sowohl bei den Kessel- als Essenöfen, bringt man eine gußeiserne, mit einem Rande versehene Platte an, auf welcher man ein Steinkohlenfeuer unterhält.

Wir bemerkten schon oben, daß es erforderlich sei, das Innere der Esse so glatt als möglich zu machen. Um diese Bedingung zu erfüllen, muß man das Futter von ungebrannten Steinen machen, welche sich aber da nicht anwenden lassen, wo die Mauern der freien Luft ausgesetzt sind, weil der Regen sie zerstören würde. Aus diesem Grunde führt man den untern Theil des Futters mit gebrannten feuerfesten Steinen auf.

Doppelessen.

Wenn man zwei, oder drei, oder vier Oefen auf die oben angegebene Weise verbinden kann, so gewinnt man an Raum und spart an Anlagekosten. Bei der bis jetzt gebräuchlichen Methode giebt man aber jedem Ofen einen besondern feuerfesten Essenschacht, anders, als wenn er einzeln läge, und man spart nur an der wohlfeilern Anlage der Rauhmauer. Liegen z. B. vier Oefen in einem Gemäuer zusammen, so umgiebt man die vier Essenschächte derselben mit einem einzigen Mantel mit Oeffnungen, die man durch Zungen von Ziegelsteinen in zweie theilt, und man führt die ganze Rauhmauer auf zwölf Trageständern auf, denen man sieben Schwellen und sieben Balken giebt. Die Deckplatten oder Gesimse, welche

die Register tragen, muß man durch eiserne Stäbe verbinden.

Wenn man vier Oefen zusammen gruppirt, so muß zwischen den Essen der einander gegenüberliegenden Oefen ein einige Fuß breiter Zwischenraum gelassen werden, wozu drei Ständer und einige Balken mehr erforderlich sind, wie näher nachgewiesen werden soll, damit eine Communication unter der gemeinschaftlichen Esse stattfinde und die Verbindung der verschiedenen Theile der Hütte erleichtert werde.

Statt eine vierfache Esse für vier zusammenliegende Oefen auszuführen, könnte man auch in der Mitte der Gruppe eine vierfache, 30 bis 40 Zoll im Quadrat im Innern weite Esse aufführen und die Flamme aus den Oefen in dieselbe auf dieselbe Weise hineinführen, wie wir weiter unten bei den Oefen mit unterirdischem Zug angeben werden. Da die Centralesse selten Reparaturen erfordert, so würde man sie ohne Zwischenraum zwischen dem Futter und dem Mantel aufführen können.

Allein dieses, sowie mehre andere einfachere und wohlfeilere Systeme, die man anwenden könnte, haben den großen Nachtheil, daß sie die Erhaltung der Register nicht gestatten, indem die bis jetzt vorgeschlagenen Mittel, um deren Schmelzung zu verhindern, sich in der Praxis nicht bewährt haben.

Die gemeinschaftlichen oder allgemeinen Essen veranlassen nicht allein eine Ersparung an Raum und Anlagekosten, sondern sie haben auch eine vortheilhafte Einwirkung auf den Zug eines jeden Ofens. Hat jeder derselben eine besondere Esse, so ist der Zug den Veränderungen unterworfen, die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schürungen und durch verschiedene zufällige Einflüsse stattfinden. In den Oefen dagegen, die mit einer gemeinschaftlichen Esse in Ver-

bindung stehen, stellt sich ein mittlerer Druck her, und die Ungleichheiten compensiren sich gegenseitig.

Errichtet man gemeinschaftliche Essen, so muß man die Erscheinungen berücksichtigen, die von dem Zusammentreffen von Luftströmungen herrühren. Ein aus einem Behälter ausströmender Gasstrahl bleibt auch in dem Raume noch als solcher, und es können daher zwei einander treffende Strahlen gegenseitig nachtheilig aufeinander einwirken. Nehmen wir z. B. an, daß zwei Gasströme durch zwei einander gegenüberliegende Oeffnungen in eine Esse gelangen, so kann es alsdann der Fall sein, daß die beiderseitige Geschwindigkeit gleich, oder daß sie verschieden ist. Im erstern Falle bringt der Stoß dieselbe Wirkung wie ein Schieber hervor, und die beiden Ströme haben keine nachtheilige Einwirkung aufeinander. Ist dagegen die Geschwindigkeit des einen Stromes größer als die des andern, so stößt jener diesen zurück und sucht seinen Abzug zu verhindern. Folglich ist es nöthig, an dem Orte des Zusammentreffens beider Ströme einen Scheider anzubringen, damit, wenn sie zu demselben gelangen, sie eine andere Richtung annehmen und sich nicht miteinander vermischen.

Massive Oefen.

Diese Oefen unterscheiden sich von den Luftöfen nur dadurch, daß keine Luftströmung rings um den Heerd stattfindet, und daß man daher die denselben umgebenden eisernen Platten weggelassen hat. Die Seitenmauern sind massiv und bestehen auf einer Höhe von 12 bis 13 Zoll über dem Heerde aus gebrannten feuerfesten Steinen. Der übrige Theil der Wände kann aus ungebrannten feuerfesten Steinen aufgeführt werden, wie es auch bei den Luftöfen

der Fall ist. Die äußere Bekleidung besteht aus gewöhnlichen Ziegelsteinen. Die Brücken sind massiv und aus gebrannten feuerfesten Ziegelsteinen erster Qualität aufgeführt, hauptsächlich die große Feuerbrücke. Die Ecken rings um den Heerd rundet man mit feuerfestem Thon ab.

Vortheile der Luft- und der massiven Oefen.

Bei den Luftöfen spart man Ziegelsteine, auch erfordern sie weniger Reparaturen als die massiven Oefen. Jedoch sind die Oefen kälter und erfordern ein besseres und mehr Brennmaterial. Die Anwendung des Kalksteins, welche die Luftöfen erfordern, übt auf das zu verfrischende Eisen einen um so bessern Einfluß aus, je schwefelhaltiger die Steinkohlen sind, und jemehr Unreinheiten das Roheisen enthält. In den massiven Oefen würde der Zuschlag zwei- bis dreimal täglich schmelzen.

Die Kesselöfen, welche zuerst in der englischen Provinz Staffordshire angewendet wurden, haben sich neuerlich auch in Deutschland verbreitet. Die Form des Kessels und die Art und Weise, wie er durch die aus den Oefen entweichende Flamme gefeuert wird, ist aus den Fig. 102 und 103 (Taf. X) ersichtlich. Fig. 102 ist ein Grundriß oder horizontaler Durchschnitt und Fig. 103 ein senkrechter Durchschnitt. Eine senkrechte blecherne Röhre l erhebt sich in dem Kessel und läuft in den unterirdischen Canal **N** aus, der zu der allgemeinen Esse führt: oben sind mit ihr vier horizontale blecherne Röhren **h** verbunden, von denen eine jede die Flamme von einem Puddelofen aufnimmt.

Der den Kessel umgebende Ofen ist cylindrisch und besteht im Innern aus feuerfesten, im Aeußern aus gewöhnlichen Ziegelsteinen; äußerlich ist er mit

eisernen Bändern umgeben. Zwischen dem Kessel und seinem Ofen ist ein Raum vorhanden, durch welchen die Flamme strömt, ehe sie in den Cylinder geht. Dieser, oben durch ein Gewölbe w verschlossene Raum ist durch den senkrechten Scheider x in vier gleiche Theile getheilt, von denen jeder einem Ofen angehört, so daß der Betrieb eines jeden von dem des andern unabhängig gemacht werden kann. Man schlägt deßhalb unterhalb jeder horizontalen Röhre h einen Bogen y, und es bleiben für den Abzug der Flamme die beiden Oeffnungen n, z. Auf diesem Bogen führt man zu beiden Seiten der Röhre h senkrechte Mauern auf, wodurch ein Canal gebildet wird, der mit einem Register r zur Regulirung des Zuges eines jeden Ofens versehen ist.

Unter dem Gewölbe y theilt sich jede Flamme in zwei Theile, von denen der eine durch den Durchgang n und der andere durch den z strömt, wodurch sie vereint emporsteigen, um die Röhre h zu gewinnen und endlich durch e nach N und in die Esse zu gelangen. — q, Fig. 103, ist die sogenannte Kesselbrücke, wodurch das Eindringen der Schlacke in den Kesselofen verhindert wird.

Das Register besteht aus dem Schieber r, aus einer Zahnstange, aus einem in dieselbe eingreifenden Getriebe und aus einer Rolle, um dieses und jene zu bewegen.

Essenöfen mit Kessel.

Bei diesen ist jeder Ofen mit einem Kessel versehen, und beide liegen auf gleicher Linie hinter einander. Die in der Mitte befindliche Esse dient beiden Oefen gemeinschaftlich. Die Kessel sind mit Sieden röhren versehen. Die aus den Oefen entweichende Flamme wirkt zuerst auf diese, erhebt sich alsdann

in einen senkrechten Canal, strömt von hinten nach vorn in einen zweiten horizontalen Canal, zwischen Siederöhren und Kessel und entweicht alsdann in die Esse. In dem von mir bearbeiteten Werke über Dampfmaschinen, Bd. 69 des Schauplatzes, ist eine solche Einrichtung genau beschrieben und abgebildet.

Da der Betrieb der Flammöfen oder eine Einstellung der Verdampfung in dem Kessel es erfordert, daß man die Flamme auch sogleich in die Esse strömen lassen kann, ohne sie vorher unter dem Kessel wirken zu lassen: so sind unten an der Esse zwei Register angebracht, von denen das eine horizontal und bestimmt ist, den Durchgang von dem Ofen zur Esse zu unterbrechen, wenn die Flamme unter den Kessel strömen soll, während das andere, senkrechte diese letztere Verbindung unterbricht, wenn die Flamme direct in die Esse gelangen soll. — Die Essenöfen mit Kesseln dieser Art haben sehr gute Resultate gegeben. — Der Platzersparung wegen ist es zweckmäßig, die Kessel über den Oefen, auf Säulen, anzubringen.

Oefen mit unterirdischem Zug.

Das System einer einzigen Esse für acht oder zwölf Puddel- oder Schweißöfen hat hauptsächlich die Benutzung der aus diesen Oefen entweichenden Flamme zum Zweck, sowie wir es schon bemerkt haben. Jedoch wird auch hin und wieder eine allgemeine Esse für 15 bis 20 Oefen angewendet, ohne die Flammen derselben weiter benutzen zu können.

Der eigentliche Ofen hat bei diesen Systemen gänzlich die Construction, wie bei den übrigen Systemen, und die Verschiedenheit besteht nur in der Art und Weise der Ableitung der Flamme. Diese ist in Fig. 108, Taf. **XI**, in einem Längendurchschnitte dar-

gestellt. **J**, Heerdraum des Ofens; **f** Abstichöffnung; **S** unterirdischer Canal, welcher zu der gemeinschaftlichen Esse führt; **P**, Fuchsbrücke; **p**, Registerbrücke; **r**, Register; **H**, **H**, Esse; **k**, Sandheerd; **X**, feuerfestes Mauerwerk; **V**, Gewölbe des Ofens. Das Register besteht aus einem gußeisernen Kasten, welcher auf derjenigen Seite, wogegen die Flamme nicht stößt, mit feuerfesten Ziegelsteinen ausgesetzt ist. Die Ziegelsteine werden vor dem Abgusse des Registers in die Form gelegt, so daß auch die Zwischenräume aus Gußeisen bestehen. Ohnerachtet dieser Einrichtung der Register, verbrennen und schmelzen sie doch sehr leicht und bilden so eine große practische Schwierigkeit für die Oefen dieser Art.

Schweißöfen. — Gewöhnliche Schweißöfen.

Die Schweißöfen sind solche Flammöfen, in denen man schnell und nachhaltig eine Schweißhitze entwickeln kann. Die zur Erreichung dieses Zwecks zu erfüllenden Bedingungen sind: eine große Ausdehnung des Rostes im Verhältniß zu der Heerdoberfläche, ein sehr niedriges Gewölbe, eine sehr hohe Esse und ein enger Fuchs. Oft hat die Esse keine zweckmäßige Höhe. Alsdann muß man den Fuchs weiter machen, um die erforderliche Schweißhitze hervorzubringen. Allein sehr weite Füchse halten nie die Hitze in dem Ofen zusammen, veranlassen einen bedeutenden Steinkohlenverbrauch und verhindern eine gleiche Vertheilung der Hitze in allen Theilen des Ofens.

Die Schweißöfen haben viel Aehnlichkeit mit den Puddelöfen, unterscheiden sich aber in mehrfacher Hinsicht von denselben. Sie sind stets massiv und nie mit einer Luftcirculation um den Heerd versehen. — Ihr Heerd besteht gänzlich aus einer Schicht feuer-

festen Sandes von mehren Fußen Dicke, welchen man zwischen vier Mauern einstampft. Zwei von diesen Mauern sind die Verlängerungen der Seitenwände des Ofens, und die beiden andern befinden sich die eine unter der Feuerbrücke und die andere da, wo der Fuchs anfängt. Folglich ist der Raum unter der Sohle verschlossen, und es ist auch keine Heerdplatte vorhanden, indem die Schlacken durch die Abstichöffnung an der Esse abgelassen werden. Der Heerd ist zur Erleichterung der Arbeit etwas von vorn nach hinten und, um die Schlacken ablassen zu können, etwas von der Feuerbrücke nach dem Fuchse zu geneigt. Die erstere Neigung beträgt auf die ganze Breite des Ofens 1 Zoll, allein die andere Neigung ist bedeutender. Der Heerd ist breiter und länger als bei den Puddelöfen. Die kleine Brücke fehlt, allein die Heizbrücke hat eine Luftcirculation. — Statt einer großen Arbeitsthür, wie bei den Puddelöfen, wendet man zwei kleine, nebeneinander liegende Thüren an. Dadurch hält man die Wärme besser im Ofen zusammen und erleichtert die Arbeit. — Der Rost ist 3 bis 5 Zoll länger und breiter, als bei den Puddelöfen; er hat 44 Zoll im Quadrate. — Der Fuchs ist niedriger, aber 3 Zoll breiter; auch ist er 9 Zoll kürzer, damit die Flamme schneller ausströmen könne. Vor dem Abstich ist der Heerd zum Ablassen der Schlacke ausgehöhlt.

Die Fig. 105, 106 und 107, Taf. **XI.**, sind die erste ein horizontaler, die zweite ein verticaler Längen- und die dritte ein verticaler Querdurchschnitt eines Schweißofens mit Esse. Außer einigen geringen Unterschieden ist die Esse bei den Schweißöfen dieselbe wie bei den Puddelöfen. — **g** Rost. Die Fig. 106 zeigt die Durchschnitte der Balken, welche die Roststäbe tragen, sowie auch von einer der Tragbalken für das Gemäuer des Feuerraums und für die

Tragbalken des Rostes. — t Schürloch. P Feuerbrücke. Es würde zweckmäßig sein, den Canal in der Brücke höher hinauf zu bringen, als der in der Fig. 106 angedeutete. — d Gewölbe. S Heerdsohle. pp Arbeitsthüren. R Fuchs. f Abstichöffnung. e' gußeiserne Winkelplatte der Brücke. l Brückenplatte.

Bei den Puddelöfen ist das zweite Prisma der Esse nur 11 englische Fuß hoch; bei den Schweißöfen aber hat diese Abtheilung, wie das erste Prisma, 15 Fuß, so daß die ganze Höhe der Schweißofenessen 36 Fuß über den Tragständern beträgt. Ihr Querschnitt ist quadratisch und beträgt im Lichten und über den Tragständern 18 englische Zoll im Quadrat. An dem Punct k des Gewölbes, d. h. da, wo das Fuchsgewölbe in die Esse tritt, ist diese 16 Zoll weit, und von dort ab bis zu den Tragständern erweitert man sie bis 18 Zoll, welche Weite sie bis zum höchsten Punct behält. — Bei den Puddelöfen nimmt der Essendurchschnitt von der Gewölbespitze bis zu den Tragbalken nach und nach von 14 bis 16 Zoll im Quadrat zu, wie bei den Schweißöfen.

Fig. 107 zeigt die Art und Weise, wie man vorn das Gewölbe erhöhet hat, um durch eine stärkere Flamme den durch die Arbeitsthür unvermeidlich herbeigeführten Wärmeverlust wieder auszugleichen.

In manchen großen Hütten hat man besondere Oefen für feinere Eisensorten, als Bandeisen, feines Quadrat- und Rundeisen 2c. Man giebt diesen Oefen einen kürzern und schmälern Heerd und einen größern Rost als den übrigen, um das Eisen schnell in die zu seiner Bearbeitung erforderliche Hitze zu bringen. Der Heerd ist 12 Zoll kürzer und einige Zoll schmäler als der der gewöhnlichen Oefen, den Rost macht man dagegen wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll länger und breiter. Die Anwendung solcher Oefen scheint sehr zweckmäßig,

nicht allein wegen seiner bedeutenden Dimensionen, sondern auch um ihm Zeit zu geben, sich durch Cementation zu reinigen. Aus diesem Grunde erscheint es daher zweckmäßig, daß die zum Wärmen und Ausschweißen der Rohschienen angewendeten Oefen größer und folglich minder hitzig seien, als die Schweißöfen für feine Eisensorten. Die große Menge von Rohschienen oder von gröbern Eisensorten, die man auf einmal in den Ofen einsetzen muß, erfordert außerdem einen geräumigen Heerd.

Karsten empfiehlt für feine Eisensorten Oefen mit sehr niedrigen Gewölben und mit folgenden Dimensionen: Länge des Heerdes 4 Fuß preuß. Maß. Breite des Heerdes an der Feuerbrücke 3½ Fuß. Dimensionen des Rostes: Länge und Breite, die gleich sind, 3 Fuß. Die Heerdsohle behält dieselbe Breite von 3½ Fuß bis zum ersten Drittel ihrer Länge; von da bildet sie eine sich schnell wendende ovale Curve nach dem Fuchse zu, die 12 Zoll Länge und eine der Beschaffenheit des Brennmaterials angemessene Höhe hat. Die Brücke erhebt sich 6 Zoll über die Heerdsohle, und das Gewölbe 16 Zoll und in der Nähe des Fuchses 12 Zoll über dieselbe. Der Heerd ist horizontal.

In Hütten, wo nur wenige Oefen vorhanden sind, gebraucht man einen und denselben Ofen sowohl zum Puddeln, als Schweißen. Will man in diesem Ofen schweißen, so nimmt man keine andere Veränderung vor, als daß man den Schlackenheerd aufreißt und die gußeiserne Sohle bis zur Höhe der Thür mit einer Sandschicht bedeckt.

Die Blechglühöfen sind Flammöfen, in denen man eine gleichförmige und mäßige Wärme erzeugen und dabei die Oxydation des Eisens möglichst vermeiden will. Zu dem Ende giebt man dem Heerde dieser Oefen eine rechteckige Form und bringt an der

dem Rost entgegengesetzten Seite, an der Heerdsohle, links und rechts zwei Oeffnungen an, durch welche die Flamme in die Esse entweicht. Diese Einrichtung nöthigt die Flamme, sich über die ganze Breite des Heerdes auszudehnen. Um die Oxydation des Eisens zu vermeiden, bringt man die Thür an dem entgegengesetzten Ende von dem Rost an. Die Ausdehnung der Sohle, die Höhe der Feuerbrücke, die Gestalt und Größe des Rostes tragen übrigens auch zur Erreichung des vorgesteckten Zweckes bei. Vor der Arbeitsthür ist eine Esse angebracht, welche die Flamme aufnimmt, die beim Oeffnen der Thür aus dem Ofen strömt und den Arbeitern hinderlich sein würde.

Die Fig. 109, 110 und 111, Taf. **XI.**, stellen einen Blechglühofen dar. Fig. 109 ist ein horizontaler Durchschnitt oder Grundriß dieses Ofens, Fig. 110 ein senkrechter Längendurchschnitt und Fig. 111 ein Querdurchschnitt durch die vordere, dem Rost entgegengesetzte Seite.

Q Rost des Ofens. **U** Aschenfall. **T** Schürloch. **A** Feuerbrücke. Sie ist massiv, da sie keine bedeutende Hitze zu ertragen hat. **s, s** Heerdsohle, die 21 englische Zoll über der Hüttensohle liegt und aus zwei Schichten besteht. Die untere besteht aus Ziegelsteinstücken und ist 15 Zoll stark; die andere aus Coaks und ist 6 Zoll stark. Man legt auf die letztere das Eisen unmittelbar. **V, V** Gewölbe. **K** Mauerwerk, welches den Ofen von vorn verschließt; es endigt sich unten in einem Gewölbe, welches die Thüröffnung begränzt. **a, b** Canäle oder Füchse in den Seitenmauern, in der Nähe der Thür, welche die Producte der Verbrennung mittelst des unterirdischen Canals **d** der allgemeinen in der Mitte liegenden Esse zuführen. Der Canal **b**, der in der Stärke der Seitenmauer des Ofens liegt, geht unter demselben

durch und verbindet diese Seite des Ofens und ihren Fuchs mit dem Canal d, während der Fuchs a unmittelbar mit dem letztern in Verbindung steht. s Register des Ofens, welches mittelst eines Hebels m bewegt wird. p Arbeitsthür mit dem Hebel l, welcher dieselbe in allen Stellungen im Gleichgewicht erhält. e gußeiserne Platte, welche als Thürschwelle dient. c Esse vor der Arbeitsthür, welche die aus derselben abziehende Flamme und Funken aufnimmt, sobald sie geöffnet ist. Diese Esse erhebt sich nur wenig über das Dach des Hüttengebäudes und kann etwa 15 englische Fuß hoch sein. Ihr Mauerwerk ruht auf Tragplatten; t Platte, welche das Vordertheil der Ofenthüresse unter den Tragbalken verschließt und den Stützpunct für den Thürhebel enthält. q durch eine gußeiserne Platte verschlossene Oeffnung, durch welche man die Füchse und Canäle a und b von Zeit zu Zeit reinigen kann.

Alle Theile dieses Ofens, welche der unmittelbaren Einwirkung der Flamme ausgesetzt sind, bestehen aus feuerfesten gebrannten Ziegelsteinen. Aeußerlich ist der Ofen gänzlich mit gußeisernen Mantelplatten umgeben. Dieselben sind unten, wie wir bei den Puddelöfen sahen, mit dem Mauerwerke verankert, und oben werden sie durch Zugstangen mit Schrauben und Muttern festgehalten, sowohl in der Längen-, als Querrichtung.

In den Hütten, wo keine allgemeine Esse für alle Oefen vorhanden ist, und wo folglich jeder eine besondere hat, bringt man dieselbe bei d an, und statt des Registers s wendet man eins auf dem Gipfel der Esse an. Man kann auch zwei Oefen zu beiden Seiten der ihnen gemeinschaftlichen Esse anlegen. — Zu zwei Oefen für das Ausschweißen der Kuchen (**brammes**) ist einer zum Ausglühen des Blechs erforderlich.

In einigen Gegenden, und hauptsächlich in der Provinz Lüttich, wendet man zum Wärmen des Eisens eigenthümliche, in Belgien und Frankreich unter der Benennung ruhende oder schlafende Oefen bekannte Glühöfen an. Dieselben haben große Aehnlichkeit mit den Backöfen, nur daß die Heerdsohle durch einen Rost ersetzt ist, der sehr groß und mit einem sehr niedrigen Gewölbe bedeckt ist. Die außerhalb des Ofens und über der Arbeitsthür liegende Esse gestattet das Ausströmen der Flamme und des Rauchs, ohne einen Zug zu veranlassen (daher auch die Benennung ruhende Oefen). Sie haben nur eine Thür, welche zu gleicher Zeit zum Feuern oder Schüren, sowie zum Einsetzen und Herausnehmen des Eisens und zum Abziehen der Flamme und des Rauchs dient. Das Eisen wird auf die Steinkohlen gelegt, welche den Rost bedecken.

Der Rost ist $4\frac{3}{4}$ Fuß lang und $3\frac{1}{2}$ Fuß breit. Er kann 8 bis $11\frac{1}{2}$ Zoll unter der Thürschwelle angebracht werden. Je niedriger das Gewölbe ist, um so weniger Brennmaterial wird gebraucht. Man kann es $1\frac{3}{4}$ Fuß über den Rost legen, wobei man die Höhe bis zum Schlusse des Bogens rechnet. In der Längenrichtung giebt man ihm keine Krümmung.

Es ist zweckmäßig, die Aschenlochöffnung auf der entgegengesetzten Seite der Arbeitsthür anzubringen.

Die Esse braucht nicht viel über das Dach des Hüttengebäudes hinauszureichen. Gewöhnlich macht man sie von Blech und stützt sie auf eiserne, in dem Mauerwerk angebrachte Verankerungen.

Die Thür ist rechteckig. Sie kann 19 Zoll breit und 6 Zoll hoch sein. Sie besteht aus Blech, wird mittelst eines Griffs und Hakens vorgesetzt und weggenommen und wird nur gegen den Thürrahmen und

auf die Schwelle gesetzt, ebenso wie es bei den Backofenthüren geschieht.

Der aus einer gußeisernen Platte bestehende Schwell ist breit und trägt den Rahmen oder den Fuß der Esse. — Uebrigens ist der Glühofen, wie alle andern Flammöfen, mit gußeisernen Mantelplatten verstärkt.

In den Lütticher Hütten wendet man die ruhenden Oefen nur zum Blechglühen an; jedoch kann man sie auch sehr gut bei der Fabrication des Spalteisens aus quadratischem Materialeisen benutzen. Das Eisen ruht unmittelbar auf dem Brennmaterial, und es ist daher zweckmäßig, es erst dann in den Ofen zu bringen, wenn die Steinkohlen abgeflammt sind und nur noch glühen.

Man spart in diesen Oefen an Brennmaterial, und wenn man gute Arbeiter hat, so ist auch in Beziehung auf den Eisenabgang der Betrieb vortheilhaft. Die Steinkohlenschicht muß aber mit großer Sorgfalt vorgerichtet werden. Oft ist es nicht zu vermeiden, daß die noch unzersetzte Luft an einigen Puncten durch den Rost dringe. Es bilden sich alsdann kleine Essen, welche das Eisen oxydiren und zuweilen die erste Blechtafel durchbrennen, wenn dieselbe dünn ist. Die Brennmaterialschicht kann man erst alsdann erneuern, wenn alles Eisen herausgenommen worden ist, wodurch oft eine Abkühlung in dem Ofen entsteht und folglich der Betrieb aufgehalten wird. Im Allgemeinen kann man in den ruhenden Oefen weniger Eisen glühen, als in den gewöhnlichen Schweißöfen; allein für dünne Bleche sind jene zweckmäßiger, weil das Wärmen schneller erfolgt.

Die Fig. 112 und 113, Taf. XI., geben einen horizontalen und einen senkrechten Durchschnitt von einem ruhenden Ofen. **k** Rost; **b** Aschenfall; **D** In-

neres des Ofens oder Heerdes; e Esse zum Abzug der Flamme und des Rauchs; **d** eisernes, die Esse tragendes Gestell. Man sieht, auf welche Weise dasselbe eingerichtet und in das Mauerwerk des Ofens eingelassen ist. **m** gußeiserne Platte **zur Bekleidung** der Thüröffnung; **N** Oeffnung **zum Reinigen des** Aschenfalles; **q** Thürschwelle; **g Stäbe, welche die** Esse tragen.

Von der Puddelarbeit.

Agentien des Frischens.

Das Puddeln oder die in den Puddelöfen ausgeführte Frischarbeit ist das eigentliche Frischen bei der Stabeisenfabrication nach englischer Art, d. h. derjenige Proceß, durch welchen das Fein- oder Roheisen in Stabeisen verwandelt wird.

Eines von den Agentien des Frischens ist die atmosphärische oder die nicht verbrannte Luft, welche die Flamme des Feuerraums begleitet. Außerdem wendet man Hammerschlag oder Schlacken von den Hämmern und Walzwerken an, mit denen man das Roheisen durchrührt, sowie auch Wasser, welches man auf das flüssige Metall gießt. Es ist auch möglich, daß die Kohlensäure der Flamme zum Frischen beiträgt.

Der Puddelproceß besteht darin, daß man das Roheisen auf der Heerdsohle des Puddelofens schmel-

zen läßt, und daß man es in Berührung mit der Flamme mit und ohne Zuschlag so lange umrührt, bis daß es seinen ganzen Kohlegehalt verloren hat. Darauf bildet man aus dem Frischeisen Klumpen oder Kugeln (**balls** im Engl.), auch Luppen (**lumbs**) genannt, die etwa 80 und einige Pfund schwer sind, die man nun unter die Apparate zum Zusammendrücken und Ausstrecken bringt.

Roheisen.

Das gewöhnlich verfrischte Material ist entweder Feineisen oder unmittelbar aus den Hohöfen erfolgendes Roheisen.

Man weiß, daß weißes Roheisen leichter frischt, als graues von gleicher Güte, und das Feineisen noch leichter. Roheisen für mürbes Eisen ist langsamer zu verfrischen, als Roheisen für festes Stabeisen, indem es stets sehr flüssig in dem Puddelofen wird. Verfrischt man daher Roheisen für mürbes Eisen, so macht man ein Frischen weniger in 12 Stunden, als wenn man Roheisen für festes Eisen von derselben Farbe verarbeitet.

Da das Frischen je nach der Beschaffenheit des Roheisens eine längere oder kürzere Zeit erfordert, so vermengt man gewöhnlich mehrere Arten desselben mit einander und richtet sich so ein, daß die Anzahl der Frischprocesse in einer gegebenen Zeit so ist, wie man es wünscht. Auf diese Weise gelangt man dahin, einen regelmäßigen Betrieb einer Hütte zu erhalten. Die zweckmäßige Vermengung erreicht man durch Versuche. Man sieht ein, daß die erste Bedingung bei der Bildung dieser Gemenge die Qualität des Productes sein muß. Will man festes Stabeisen produ-

ciren, so ist der Abgang immer stärker, als bei mürbem.

Personal.

Zu jedem Ofen sind zwei Puddler und zwei Gehülfen erforderlich, welche sich je zwei und zwei in zwölfstündigen Schichten ablösen.

Die Arbeit beginnt in der Sonntagsnacht um 12 Uhr und wird mit Sonnabends um 12 Uhr Mittags eingestellt. In der Zwischenzeit werden die erforderlichen Reparaturen an den Oefen vorgenommen.

Die Arbeiten des Gehülfen bestehen in dem Feuern des Ofens, darin, daß er den Puddelmeister von Zeit zu Zeit ablös't, und daß er im Allgemeinen alles Das thut, was ihm dieser aufträgt. Die Luppen werden stets von dem Meister gemacht, auch werden sie von diesem unter den Hammer gebracht, während welcher Zeit der Gehülfe die Luppen im Ofen umwendet und eine in die Nähe der Thür legt.

Man gewährt den Puddelarbeitern einen bestimmten Abgang, z. B. von 7 bis 9 Procent für alles Roheisen, wenn man eine starke Production erlangen will, und wenn man das Schlackenfrischen (**puddlage par bouillonnement**) betreibt. Nachdem das Puddeleisen in Rohschienen verwandelt worden ist, wägt man es und untersucht den Bruch von einigen der in den Schichten dargestellten Rohschienen. Ist der Abgang nicht in den gehörigen Gränzen geblieben, oder ist das Frischen nicht zweckmäßig ausgeführt, so erhält der Puddler Vorwürfe oder erleidet Geldstrafe.

Nöthige Gezähe und andere Erfordernisse.

Die Gezähe des Puddlers sind:

1) 4 Haken oder Krücken, mit denen man das Metall zertheilt und umrührt, auch die Luppen bildet.

Jede Krücke wiegt etwa 36 bis 40 Pfd. Der Haken ist 5 Zoll, das ganze Werkzeug bis zum Haken 9½ englische Fuß lang und der Theil des Stiels, den der Puddler in die Hände nimmt, d. h. etwa ein Drittel von der ganzen Länge, rund und 1⅛ Zoll stark, der übrige quadratische Theil hat im Querschnitt 1¼ Zoll.

2) 4 vorn scharfe Brechstangen, um das Eisen von der Sohle loszumachen und es umzurühren. Sie haben dieselben Maaße, wie die Krücken und ebenfalls einen runden und viereckigen Theil.

3) Ein etwa 2 Pfd. schwerer Hammer, mit welchem der Puddler auf die Haken und Brechstangen schlägt, damit die daran festhängenden Schlacken abfallen.

4) Ein Spatel, um die Umgebungen der Heerdsohle bei den Oefen mit Luftcirculation mit Kalkstein auszusetzen.

5) Eine Hohlschaufel, um Wasser auf das geschmolzene Metall zu gießen.

6) Ein kleiner Haken, um den Pfropf von dem Schauloch der Arbeitsthür wegzunehmen und wieder hinzusetzen.

7) Eine kleine, vorn meißelförmige Brechstange, um unter der Thürschwelle die Abstichöffnung einzustoßen.

8) Ein 10½ Pfd. schwerer Hammer oder Schlägel, um damit die vorhergehend genannte Brechstange durch die Abstichöffnung zu treiben.

9) Eine Zange, um die Luppen zum Zängehammer zu schleppen.

10) Eine Schaufel zum Schüren des Rostes und zum Wegnehmen der Schlacken, die während des Umrührens bei'm Schlackenpuddeln fallen.

11) Eine kleine Krücke zum Ausbreiten des Brennmaterials auf dem Roste.

12) Ein Spieß, um durch den Rost zu stechen.

13) Ein kleiner eiserner, runder, ½ Zoll starker Haken zum Reinigen des Rostes.

14) Eine Blechtafel, welche der Arbeiter bei'm Reinigen des Rostes vor den Aschenfall stellt, um sich gegen die Hitze zu schützen.

15) Ein Besen.

In der Nähe eines jeden Ofens steht ein großer gußeiserner Trog mit Wasser zum Abkühlen der Krücken und Brechstangen. Aus diesem Troge wird auch das Wasser geschöpft, welches auf das Metall in den Ofen gegossen wird. Dieser Trog wiegt etwa 14 Centn.

Vor dem Schürloch liegt ein gewisser Kohlenvorrath für den Ofen und zur Seite eines jeden Ofens liegen einige große Kalksteinstücke und etwas Lehm, welche bei der Zurichtung des Ofens, wenn er Luftcirculation hat, angewendet werden. Die Schlacken von dem Zängehammer und den Luppenwalzen, die der Puddler nöthig haben kann, werden in der Nähe des Ofens neben dem Wassertroge aufgeschüttet. Endlich finden sich auch neben jedem Ofen kleine Haufen von Roheisen, welches in 30 bis 60 Pfd. schwere Stücke zerschlagen ist und von denen jeder Haufen eine Ofenladung bildet.

Zurichtung und Unterhaltung des Heerdes. — Anfeuern.

Das Frischen geschieht in den Puddelöfen auf Heerden von weichen Schlacken oder, jedoch seltener, von feuerfestem Sand, entweder mit gußeisernen Platten darunter, oder ohne dieselben. Oefen mit Sandheerden ohne gußeiserne Heerdplatten heizen sich

besser. Sandheerde können aber nur bei massiven Oefen angewendet werden, wie sich weiter unten zeigen wird.

Die zu den Heerden angewendeten Schlacken sind nach der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens verschieden. Bei grauem Roheisen bedarf man eines weit feuerfesteren Heerdes, als bei weißem. Die Heerde für graues Roheisen werden aus alten zerschlagenen Heerden, aus Hammerschlacken und aus Schwahl (im Heerde zurückgebliebenen Garschlacken) von der deutschen Heerdfrischarbeit angefertigt. Man kann diese Substanzen mit einander vermengen, oder jede für sich anwenden. Zu den Heerden der Oefen, in denen man gewöhnlich weißes Roheisen verfrischt, wendet man Puddelofenschlacken an. Das graue Roheisen erfordert einen sehr feuerfesten Heerd. Ließe man diesen Umstand unberücksichtigt, so würde sich halb gefrischtes Eisen an den Heerd anhängen, so daß man genöthigt sein könnte, denselben zu erneuern. Die Schweißofen-Schlacken können zur Anfertigung der Heerde nicht angewendet werden.

Will man einen Schlackenheerd zurichten, so zerschlägt man die Schlacken in kleine Stückchen, von denen man auf den Heerdplatten eine etwa 3 Zoll starke Schicht bildet. Man giebt alsdann ein starkes Feuer, und wenn die Schlacken zu einer teigigen Schmelzung gelangt sind, so ebnet man sie mit der rothglühenden Krücke. Der auf diese Weise geebnete Heerd darf nur 1 bis 1½ englische Zoll stark sein, je nachdem man weißes oder graues Roheisen verfrischen will. Findet man im Verlaufe der Puddelarbeit, daß der Heerd nicht stark genug ist, so kann man ihn immer, durch Hinzuthun von Schlacken, nachträglich verstärken, selbst nach dem fünften Frischen.

Zu Couillet in Belgien wird der Schmelzheerd auf folgende Weise angefertigt: Man bringt die

Schlacken in möglichst kleinen Stücken in den Ofen, der um 11 Uhr Abends gefeuert wird, damit er um 6 Uhr früh in Ordnung sei. Diese Zeit wird übrigens bei allen Oefen wahrgenommen, deren Heerd reparirt werden muß. Man sucht die Schlacken möglichst schnell in Fluß zu bringen; gewöhnlich erlangt das Innere des Ofens nach einem 4 bis 5 stündigen Feuern die Weißgluth, und die Schlacken haben den nöthigen Grad der Flüssigkeit erreicht. Alsdann kann der Arbeiter den Heerd mittelst seiner kleinen Krücke ebnen, jedoch ebnet er sich meistens durch sich selbst. Ist nun der Heerd eben, so läßt man ihn etwas erkalten, damit er fest werde. Zu dem Ende öffnet man die Ofenthür, oder man gießt nach und nach und in kleinen Portionen einige Eimer voll Wasser hinein. Man muß sich hüten, auf einmal große Mengen auf den Heerd zu gießen, weil sonst leicht Explosionen entstehen, die den Ofen zerstören könnten. Die Consistenz, die man dem Heerde zu geben sucht, ist die des schwach weißglühenden Eisens.

Wenn man nach einigen Frischprocessen bemerkt, daß der Heerd nicht mehr fest genug ist, so kühlt man ihn durch einen langsamen Wasserstrom ab. Alte Heerde sind stets die feuerfestesten und besten.

Das Anfeuern des Ofens und die Zurichtung des Schmelzheerdes werden stets von dem Gehülfen ausgeführt. Die Dauer eines Betriebes ist 8 bis 14 Tage. Nach Verlauf dieser Zeit muß der Ofen reparirt werden. Zu dem Anfeuern verbrennt man 20 Centner Steinkohlen. Das erste Schüren besteht aus Reisigbündeln und großen Steinkohlenstücken.

Gewöhnlich muß der Heerdrand alle 24 Stunden mit Kalkstein oder feuerfestem Lehm reparirt werden, je nachdem der Ofen eine Luftcirculation hat, oder massiv ist. Jedoch hat der Zeitpunct dieser Reparatur nichts Bestimmtes; denn zuweilen erfolgt

er alle 5 und ein anderes Mal alle 12 Stunden, je nach der zu verfrischenden Roheisensorte. Das graue Roheisen ist das fressendste und veranlaßt die meisten Reparaturen.

Puddelarbeit auf Schlackenheerden.

Es giebt zwei Hauptarten des Puddelns auf Schlacken, nämlich das eigentliche Schlacken- oder Kochfrischen (**affinage par bouillonnement**) und das Wasserfrischen (**affinage à l'eau**). Ein jeder von diesen beiden Processen giebt zu zwei verschiedenen Methoden Veranlassung.

Kochfrischen oder eigentliches Schlackenfrischen, erste Methode.

Nachdem der Ofen eine starke Rothglühhitze erlangt hat, wozu ein 4 bis 6 stündiges Feuern erforderlich war, setzt man 480 Pfd. Roheisen mit 25 Procent Hammerschlag auf den Heerd. Nachdem die Ladung vollendet worden ist, verschließt man die Thür, verkeilt sie fest mit eisernen Keilen und streuet Schlackenstaub in die Fugen, obgleich es zweckmäßiger wäre, dieselben mit Lehm zu verstreichen. Die Thür bleibt auf diese Weise bis zum Herausnehmen der Luppen verschlossen. Das Essenregister ist gänzlich aufgezogen. Man bringt nun das Roheisen in Fluß, indem man es von Zeit zu Zeit mit einer durch das Schauloch der Thüre eingeführten Brechstange umrührt. Beginnt die Schmelzung, d. h., wenn das Metall seine Festigkeit verliert, so läßt man das Register nieder und rührt, ohne irgend einen Zusatz, so lange um, bis daß das Roheisen von Schlacken bedeckt wird. Alsdann öffnet man das Register ganz, rührt wieder um und wendet das Metall mit voller

Kraftanwendung rechts und links um, bis daß das Eisen gar geworden ist. In dieser Periode blähen sich die Schlacken auf, und das Kochen wird so lebhaft, daß der Ofen, welcher vorher fast leer zu sein schien, sich bis über die Thür füllt und es der Puddler zuweilen nicht verhindern kann, daß ein Theil von den Schlacken über die Thürschwelle entweiche. In dem Maaße, als das Frischen des Roheisens vorschreitet, nimmt das Kochen ab und die Schlakken sinken nieder. Ist das Eisen zum Frischen gelangt, d. h., hat es seine Flüssigkeit verloren, ist es locker geworden und zeigt es ein glänzendes Weiß, so rührt man es um, um alle seine Theile dem Luftstrom auszusetzen; man zerschneidet es, damit die schwarzen oder schlecht gefrischten Theile, welche sich vorfinden können, weiß werden und bildet nun, auf die sogleich näher zu beschreibende Weise, die Luppen. Sind dieselben gemacht, so bringt man sie unter den Zängehammer, und zwar die zuerst gebildete zuerst. Ist die Operation geendigt, so sticht man die Schlacken, durch den Abstich unter der Thüre, ab. — Bei dieser Methode kann man die Oefen mit Luftcirculation anwenden.

Der Frischproceß wird sowohl mit Roh- als auch mit Feineisen auf gleiche Weise ausgeführt; jedoch setzt man von dem Letztern jedesmal nur 470 Pfd. ein. Das Verfrischen desselben wird den besten Arbeitern übertragen, die es in den besten Oefen und mit etwas mehr backender Kohle, als für Roheisen verfrischen. Die Ursache dieses Unterschiedes rührt daher, daß das Feineisen trockener als das Roheisen ist; es verlangt eine größere Gewandtheit von Seiten der Arbeiter, weil es schneller frischt.

Bildung der Luppen.

Sobald die Eisentheile sich vereinigen und die schwer gewordene Schlacke zu Boden fällt, stößt der Arbeiter das Eisen mit seiner Brechstange in einzelnen Theilen nach der einen Brücke, gleichviel nach welcher, reinigt darauf mit der Krücke die freie Seite des Heerdes, indem er das Eisen, welches noch auf dieser Seite lag, auf die Oberfläche des Klumpens zieht. Er wiederholt dies zwei- und zuweilen selbst dreimal oder vielmehr, bis daß sich das Eisen in einzelne Stücke zertheilt, indem er es jedesmal von der freien Seite des Heerdes zurückwirft und die Seite, von welcher er das Eisen weggenommen, reinigt.

Wenn das Eisen sich zertheilt, so untersucht der Arbeiter die Stücke mit seiner Brechstange, um zu sehen, ob sie dem Drucke widerstehen, oder ob sie sich in mehrere Theile theilen. In dem letzteren Falle muß das Eisen nochmals über den Heerd geführt werden, indem man dessen Theile umdreht. Im ersteren Falle schreitet der Arbeiter zum Luppenmachen. Zu dem Ende theilt er die ganze Masse in 4, 5 oder 6 Stücke, je nachdem er 4, 5 oder 6 Luppen haben will. Sind mehrere Stücke vorhanden, so vereinigt er zwei oder drei in eins, indem er sie mit der Krücke zusammenpreßt. Dabei muß er dahin sehen, daß die Stücke an dem Orte ihrer Vereinigung recht weiß werden, indem er sie der Hitze aussetzt. Sind die Eisenstücke zu groß in Beziehung auf die Anzahl der zu bildenden Luppen, so zertheilt sie der Arbeiter an dem erforderlichen Puncte mit der Brechstange. In dem Maaße, als auf diese Weise die Bildung der Luppen vorschreitet, werden sie zur Seite der Feuerbrücke gelegt. Ist der Ofen in gehöriger Hitze, so könnten die Luppen auf die Seite der kleinen oder Fuchsbrücke gelegt werden; allein der Puddler müßte

dann mit großer Gewandtheit verfahren, weil die durch die Thür eindringende Luft sehr stark auf das Eisen einwirken, es an seiner Oberfläche verbrennen und weniger schweißbar und härter machen würde. Der Puddler reinigt darauf die freie Seite des Heerdes mit der Krücke. Finden sich noch einige einzelne Stückchen Eisen zerstreut umherliegen, die erst unvollkommen gefrischt sind, so zieht er sie nach der Thüre, wo sie sofort ihren Kohlegehalt verlieren. Man verwendet diese Stückchen zur Vergrößerung der zu kleinen Luppen.

Ist diese Arbeit vollendet, so nimmt der Arbeiter die zuletzt bei Seite gelegte Luppe, zieht sie mit der Krücke in die Nähe der Thür, drückt sie zusammen und giebt ihr die erforderliche Größe, entweder mit Hülfe der erwähnten kleinen Stückchen, oder indem er mit der Brechstange ein Stück davon abschlägt und schiebt sie darauf nach der freien Seite des Heerdes. Auf diese Weise werden alle Luppen über den Heerd gezogen und diese Arbeit wird mit der Reinigung des frei gewordenen Platzes beendigt.

In diesem Zustande nennt man die Luppen aus dem Groben bearbeitet. Sie müssen nun vollendet werden. Zu dem Ende nimmt der Arbeiter die zuletzt aus dem Groben bearbeitete Luppe, drückt sie mit der Krücke, rundet sie ab und schiebt sie auf die freie Seite des Heerdes. Unmittelbar darauf kann man die Luppen zängen, indem man mit der beginnt, welche zuerst fertig geworden war.

Während der ganzen Zeit des Luppenmachens muß das Ofenregister ganz aufgezogen bleiben.

Man darf so lange, als die Luppen noch nicht die erste Form erhalten haben, kein neues Brennmaterial auf den Rost werfen und auch nicht einmal denselben mit der Brechstange durchstoßen; denn da diese Luppen sehr getheilt und porös sind, so würden

die sich bei'm Schüren entwickelnden rußigen Dämpfe sie schwierig schweißbar machen. Ebenso bringen die Schmiede, wenn sie zwei Stücken Eisen zusammenschweißen wollen, keine frischen Kohlen in ihre Esse, während das Eisen weißglühend ist. Die bei'm Stören des Feuers herbeiströmende Luft macht auch das Eisen hart und vermindert seine Schweißbarkeit. Sind die Luppen aus dem Groben bearbeitet, so kann man nach Belieben schüren, oder mit der Brechstange durch den Rost fahren.

Wenn der Arbeiter die geformten, aus dem Groben bearbeiteten und vollendeten Luppen bei Seite legt, so muß er dahin sehen, daß sie so umgekehrt werden, um alle Seiten gleichartig zu erhitzen, und daß die meisten Luppen nach und nach in die Nähe der Feuerbrücke kommen, wo die größte Hitze herrscht. Der Arbeiter muß sich hüten, die Luppen in die Nähe der Thür zu legen; die durch dieselbe eindringende Luft würde sie aushöhlen und durchbohren, so wie die Sonne ein Stück Eis durchbohrt, auf welches ihre Strahlen unmittelbar fallen, während die andern Theile desselben im Schatten liegen. Durch den Aufenthalt in der Nähe der Thür würden daher die Luppen einen starken Abgang erleiden, und es würde das Eisen schlecht werden.

Sind die Luppen fertig, so zängt man sie, oder, besser noch, man läßt sie, wenn es der Fall erfordert, noch einige Minuten lang in dem Ofen liegen, indeß das Register geschlossen ist und die Flamme erstickt.

Ein anderes Mittel zur Bildung der Luppen besteht darin, mit der Krücke einen Eisenkern zu nehmen und denselben auf dem Heerde umher zu rollen. Er nimmt dadurch andere Eisentheilchen auf, die sich, wie bei einem Schneeball, daran hängen. Ist die Luppe groß genug, so rollt man sie nach der Feuer-

brücke. Die übrigen Luppen werden auf gleiche Weise gebildet.

Jede der beiden Methoden des Luppenmachens hat ihre Widersacher und ihre Anhänger. Die zweite scheint vortheilhaft, weil das Eisen an der Oberfläche stets mehr gefrischt ist, als an andern Puncten, und während man zur Bildung einer Luppe eine Schicht wegnimmt, wird die zweite Schicht ihrerseits die erste, so daß alle Schichten nacheinander an die Oberfläche gelangen, welches bei der andern Methode nicht geschieht.

Man muß bei der Bildung der Luppen zwei Klippen vermeiden. Wenn der Arbeiter nicht geschickt genug ist, so verbrennt sein Eisen; läßt er die Stükken an der Stelle, wo sie sich vereinigen, nicht gehörig weißglühend werden, so findet nur ein unvollkommenes Schweißen statt, die Luppen gehen unter dem Hammer auseinander, oder man erhält ein Eisen, dem jede Gleichartigkeit fehlt. Das Luppenmachen erfordert daher die größte Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit der Arbeiter, sowie die genaueste Kenntniß ihres Gewerbes. Es würde ganz unmöglich sein, alle die sinnreichen Mittel zu beschreiben, zu denen die Arbeiter bei diesem eben so mißlichen als schwierigen Processe greifen.

In den Hütten, wo das Zängen zwischen Walzen erfolgt, müssen die Luppen mit der Brechstange zusammengedrückt werden, ehe man sie aus dem Ofen nimmt.

Einschüren des Brennmaterials.

Man schürt zum ersten Mal nach dem neuen Laden des Ofens, indem man etwa 130 bis 160 Pfd. Steinkohlen auf den Rost wirft. Das zweite Laden erfolgt, wenn man die Roheisenstücke in dem Ofen

umgewendet hat, d. h. etwa ¼ Stunde nach dem ersten, und man verbraucht dazu 40 bis 60 Pfd. Steinkohlen. Wir wissen, daß die Schmelzung des Roheisens erst nach einem Feuern von 25 bis 30 Minuten erfolgt. Nach erfolgtem Schmelzen wirft man 8 bis 10 Pfd. Steinkohlen auf den Rost. Alsdann ist es gut, wenn Roheisen, Brennmaterial und Ofen es gestatten, erst dann wieder zu schüren, wenn das Luppenmachen gänzlich vollendet ist. Auf diese Weise vermindert man den Abgang und erhält das beste Eisen. Jedoch muß man, um die Luppen machen zu können, oft von Neuem schüren. Ein viertes und letztes Schüren endlich erfolgt nach vollendetem Luppenmachen. Es besteht aus 80 bis 100 Pfd. Steinkohlen und hat das Schweißen der Luppen zum Zweck. Zuweilen aber erfordert es die Beschaffenheit der Kohlen, die Qualität des Roheisens und der Zustand des Ofens selbst, bis acht Mal während eines Frischens zu schüren oder nachzufeuern. Jedoch darf man alsdann nie mehr, als zwei oder drei Schaufeln voll Brennmaterial während des Kochens auf den Rost werfen.

Materialverbrauch und Abgang. — Dauer eines Frischens.

Der Abgang beträgt nur 8 Proc. Man erhält ein in der gewöhnlichen Temperatur vortreffliches, fadiges Eisen, welches sich aber in der Wärme weniger gut verhält, sobald das Brennmaterial schwefelhaltig ist. Man macht mit weißem Roheisen in 12 Stunden 6 Processe, mit grauem 5 und mit Feineisen 8. Folgendes ist die Dauer der verschiedenen Frischperioden bei Feineisen, weißem und grauem Roheisen:

	Graues Roheisen.	Weißes Roheisen.	Feineisen.
Einsetzen . . .	5 bis 5′	5 bis 5′	5 bis 5′
Schmelzung . .	30 = 40	30 = 40	30 = 40
Kochen	50 = 50	30 = 40	12 = 18
Umrühren des Eisens	15 = 20	15 = 20	Das Uebrige wie
Luppenmachen . .	15 = 20	15 = 20	bei dem weißen Roh-
Herausnehmen der Luppen . . .	10 = 10	10 = 10	eisen.
Zurichten des Ofens	5 = 15	5 = 10	
	120 bis 150′	110 bis 145′	92 bis 118′

Daher gebraucht man, um 480 Pfund graues Roheisen zu verfrischen, 2 bis 2½ Stunden; zu derselben Menge weißes Roheisen 1¾ bis 2¼ Stunden, und zu Feineisen 1½ bis 2 Stunden.

Brennmaterialverbrauch zu Couillet in Belgien zu 1000 Kil. Rohschienen 1000 Kil. Steinkohlen; oder, genauer, 1320 Kil. Steinkohlen zu 1100, 1300 und 1680 Kil. Rohschienen, je nachdem man graues, oder weißes Roheisen, oder Feineisen verarbeitet.

Der Materialverbrauch, der Abgang und die Güte des Products sind weit besser, wenn man gute Arbeiter und richtig construirte Oefen hat.

Zweckmäßig ist es, die Ersparungen bei der Puddelarbeit nicht zu weit zu treiben. Man muß den Proceß zu verlängern suchen und lieber einige Frischoperationen in 24 Stunden weniger machen; dadurch wird freilich der Materialverbrauch etwas bedeutender gemacht, allein man erhält ein besseres Product, denn die auf diese Weise dargestellten Rohschienen sind reiner, besser, geben bei'm Ausschweißen einen geringern Abgang, und das Eisen ist bei einer Gerbung schon sehr gut. Man gewinnt daher bei der Schweißarbeit reichlich wieder, was man bei

der Puddelarbeit verloren hat, und man kann einen und zuweilen selbst zwei Gerbprocesse unterlassen. Der geringste Abgang scheinen 12½ Procent zu sein.

Kochfrischen, zweite Methode.

Dieses Verfahren unterscheidet sich von dem vorhergehenden nur dadurch, daß man 50 Proc. garende Zuschläge anwendet, und daß man das Register stets offen läßt. Es lassen sich daher die meisten bei den vorhergehenden gemachten Beobachtungen auch auf diese Methode anwenden. Allein da man bei der vorliegenden mehr Zuschläge und eine höhere Temperatur als bei der ersten anwendet, so muß man mehr und ein fadigeres Eisen erhalten. Verarbeitet man graues Roheisen, so macht man 11 Frischprocesse in 24 Stunden, bei weißem 13. Das so producirte Eisen verhält sich besonders im Kalten sehr gut und wird daher vorzüglich bei der Eisenbahn-Schienen-Fabrication angewendet. Auch für die Verarbeitung des trockenen Feineisens scheint diese Methode sehr vortheilhaft, vorausgesetzt, daß die angewandten Zuschläge auch von gutem Feineisen herrühren. Jedoch giebt es Hüttenleute, welche der Meinung sind, daß die vielen angewendeten Zuschläge das Frischen zu sehr beschleunigen, um eine vollkommene Abscheidung der in dem Roheisen enthaltenen fremdartigen Substanzen bewirken zu können. Sie meinen, daß der Gewinn an Zeit, Brennmaterial und Abgang an der Güte des Products wieder verloren gehe. Aus diesem Grunde wendet man im Allgemeinen lieber die erste Methode an und regulirt die Temperatur so, daß das Metall vollkommen flüssig wird. Jedoch scheint diese Methode gleichfalls mit einem Fehler derselben Art behaftet zu sein, weil das Verschließen des Registers während der zweiten Periode des Schmelzens

ebenfalls die Entkohlung auf Kosten der Güte des Products beschleunigen muß.

Wendet man aber irgend eine von den beiden Methoden an, so darf man nie Schlacken auf das geschmolzene Metall werfen, weil dieselben in das Metallbad eindringen, sich des Eisens bemächtigen und die Entkohlung zu sehr beschleunigen. Feuchte Schlacken, welche man in das Bad bringt, können Explosionen veranlassen und die Arbeiter verwunden. Man muß daher diesen garenden Zuschlag wegen seiner zu kräftigen Einwirkung zu vermeiden suchen. Je flüssiger das Roheisen wird, um so besser wird das Eisen werden, sobald man nämlich festes oder fadiges Eisen fabriciren will, und man muß sich alsdann hüten, der Tendenz des Roheisens, recht flüssig zu werden, durch zu kräftige Mittel entgegenzuwirken. Das Roheisen für mürbes Eisen wird stets sehr flüssig. Eine andere bei den beschriebenen Methoden zu berücksichtigende Regel besteht darin, den Rost während des Kochens nicht mit frischem Brennmaterial zu beladen, damit in dieser Periode der Arbeit die Flamme hell und nicht rußig sei, welches gegen den Zweck sein würde, den man zu erreichen sucht.

Wasserpuddeln.

Man setzt das Roheisen ohne Zuschläge trocken ein; man giebt eine starke Hitze, um es in Fluß zu bringen, man wendet und zerbricht es, um es ganz flüssig zu machen. Ist es fast flüssig geworden, so läßt man das Register herab und gießt viel Wasser darauf, jedoch nur nach und nach, bis das Roheisen in einen zerpülverten Znstand gelangt ist. Darauf öffnet man das Register nach und nach und stei-

gert die Hitze stufenweis, bis daß das Eisen gar geworden ist, worauf man zum Luppenmachen schreitet.

Zu dieser Methode kann man die Luftöfen anwenden.

Die Wassermenge, welche man auf das Roheisen gießen muß, beträgt für ein Frischen etwa 18 Quart.

Mit weißem Roheisen macht man 5 und mit grauem 4 Frischen, wie bei der vorhergehenden Methode, mit guten Steinkohlen und reinem Feineisen jedoch 8 Frischen in 12 Stunden.

Der Abgang beträgt 12 bis 15 Procent. Das Eisen wird fadig, ohne jedoch in dieser Beziehung dem Eisen zu gleichen, welches man durch das Schlackenfrischen erhalten hat.

Bei der einen oder der andern Wasserfrischmethode muß man dahin sehen, daß während des Wasseraufgießens kein frisches Brennmaterial auf den Rost geworfen werde, damit das Feuer hell und ohne Rauch sei. Wir erwähnten, daß dieselbe Vorsicht auch bei den beiden Methoden des Schlackenfrischens erforderlich sei. In Beziehung auf diese Methoden haben wir aber bemerkt, daß es in keinem Fall erlaubt sei, nach dem Schmelzen, nnd wenn das Bad sehr flüssig ist, Schlacken auf das Roheisen zu werfen. Wasser kann man dagegen auf das flüssige Roheisen und in um so größerer Menge gießen, je flüssiger das Bad ist, weil es, statt wie die Schlacken in das Metall zu dringen, auf der Oberfläche bleibt und verdampft. Daher ist seine Einwirkung nicht so kräftig, als die der zum Schmelzen angewendeten Schlacken.

Bei dem Wasserfrischen läßt man die Schlacken erst dann abfließen, wenn es erforderlich ist, zuweilen nur alle 6 bis 7 Tage, wenn der Ofen in gutem Feuer und das Roheisen rein ist, wie z. B. das

Feineisen. Nur dann, wenn man die Luppen herausgenommen hat, finden sich schlechte Schlacken von Ziegelstückchen, Kalkstein oder Sand, welche geschmolzen sind, und die man aus dem Ofen schaffen muß.

Puddeln auf dem Sandheerde.

Auf einem Sandheerde kann man nur mit der alten Methode mittelst Wasser puddeln, indem es die Erhaltung des Schmelzheerdes erfordert, daß das Roheisen krümelig oder pulverig bleibe und nicht schmelze. Auch darf man nur gutartiges, weißes Holzkohlenroheisen, oder Feineisen verarbeiten. Die Schlacken von grauem oder unreinem Roheisen würden den Sand angreifen und sich mit dem Eisen bis zum Fundament des Ofens durchfressen. 200 Pfund graues Roheisen könnten nur 100 Pfd. Puddeleisen geben, oder würden gar kein Eisen zurücklassen.

Die Nachtheile dieser Methode des Puddelns sind folgende: 1) Man kann nur sehr reines weißes Roheisen behandeln. 2) Man bedarf einer weit höhern Temperatur, als bei dem Schlackenfrischen, und folglich einer Steinkohle erster Qualitäi. 3) Das Frischen dauert länger; statt 12 bis 13 Processen in 24 Stunden auf Schlackenheerden macht man deren nur 9 auf Sand. 4) Man muß dazu guten feuerfesten Sand haben, der kostbar ist, statt daß die Schlacken ohne Werth sind. 5) Da die Temperatur höher sein muß, so nutzen sich die Roststäbe weit eher ab, und dasselbe findet in Beziehung auf die Werkzeuge statt; sie müssen besser sein, und man verbraucht mehr. 6) Die Arbeit ist schwieriger und erfordert mehr Kraft und Geschicklichkeit. Nur wenige Arbeiter verstehen das Sandpuddeln. 7) Der Abgang kann, statt wie bei allen Schlacken-Frischme-

thoden unter 10 Procent zu bleiben, bis zu 25 Procent steigen.

Der Vortheil dieser Frischmethode besteht in der Qualität des Products. Das Eisen wird weit reiner. Ist Schwefel vorhanden, so entwickelt sich derselbe in größerer Menge, weil man mit Wasser puddeln und das Roheisen hindern muß, flüssig zu werden. Nach der Annahme von Walter de St. Ange kann der Sand mit dem Eisenoxyd, welches er auflös't, den Phosphorgehalt, den das Roheisen zuweilen hat, wegnehmen. Das auf Sand gepuddelte Eisen enthält keine Schlacken, während das bei andern Methoden dargestellte Eisen durch dieselben verunreinigt sein kann. Das hier betrachtete Eisen hat eine körnige Textur, und nur die letzte Bearbeitung macht es in geringem Grade fadig. Schlägt man $\frac{1}{4}$ kleines altes Eisen hinzu, so ertheilt man ihm Faden. Es ist mürber, weicher, weniger trocken bei'm Auswalzen, als das auf Schlacken gepuddelte Eisen. Auch ist es bei einer hohen Temperatur fester und minder spröde unter dem Hammer. Es giebt bei'm Schmieden viel Hammerschlag, und man kann damit sehr dünnes Bandeisen und Rundeisen von $1\frac{3}{4}$ bis $3\frac{1}{4}$ Lin. produciren.

Puddelproceß in den Oefen mit Wassercirculation.

Das Verfahren in diesen Oefen ist folgendes: Man belegt den Canal auf der Heerdsohle mit Kalkstein oder mit alten Stücken Puddelofenheerd und fertigt den Schmelzheerd auf dieselbe Weise, wie bei den Schlackenpuddelöfen an. Man feuert, richtet den Heerd zu, setzt 25 bis 40 Procent guten, von den Walzwerken und nicht von dem Hammer herrührenden Hammerschlag zu, bewirkt die

Schmelzung wie in den Luftöfen und wie bei'm Schlackenfrischen, indem man das Register fast ganz offen erhält und dafür sorgt, daß das Feuer so hell als möglich sei. Das Roheisen kocht nicht so stark und auch nicht so lange, als in den Luftöfen. Nach dem Kochen wird das Eisen trockener, als in den Luftöfen, wodurch der Puddler in den Stand gesetzt wird, die Eisenstücke leichter zu theilen und zu wenden, oder sie besser der Luft auszusetzen. Nachdem das Eisen teigig und schweißbar geworden ist, macht der Puddler seine Luppen, indem er das Eisen stets von der Oberfläche nimmt. Sind zu viel Schlacken in dem Ofen, so schafft er sie vor der Herausnahme der Luppen fort. Selbst in den Luftöfen würde das Ablassen der Schlacken vor Herausnahme der Luppen gut sein, wenn man Eisen erster Qualität erhalten will; denn es könnte sich auf der Heerdsohle noch schlecht gefrischtes Eisen finden, welches, wenn es sich mit den Luppen vereinigt, dieselben verschlechtern würde. In den Wasseröfen aber ist diese Vorsicht nothwendig, indem das Kochen in denselben nur kurze Zeit dauert und daher leicht schlecht gefrischtes Eisen auf dem Heerde zurückbleibt, besonders wenn man graues Roheisen verarbeitet. Die Rohschienen und das einmal gegerbte Eisen von gutem Roheisen für festes Eisen, in Wasseröfen verpuddelt, haben einen feinkörnigen, zackigen und weißen Bruch; zwei- und dreimal gegerbtes Eisen ist fadig. — Solch Eisen ist zu Blech und Spalteisen von bester Qualität gut.

Versuche, die man in der Absicht gemacht hat, um gutes Eisen aus schlechtem Roheisen darzustellen.

Die große Aufgabe der Metallurgie, deren Lösung jetzt der Gegenstand der Untersuchung aller

Derer ist, welche sich mit dem Eisenhüttengewerbe beschäftigen, besteht darin, gutes Stabeisen aus mangelhaftem Roheisen darzustellen. Da das Puddeln eine weit wohlfeilere, einfachere, leichtere und vollkommnere Operation ist, als jede andere Frischmethode, so suchen die Hüttenleute, welche sich mit der Lösung des obigen Problems beschäftigen, hauptsächlich diese Puddelarbeit zu vervollkommnen.

Nach Le Chatelier *) wendet man in mehreren Hütten Oberschlesiens ein unter dem Namen des Verbesserungsmittels oder Schafhäutl'schen Pulvers bekanntes empirisches Mittel an, um gutes Stabeisen aus Roheisen darzustellen, welche bei dem gewöhnlichen Frischen sprödes und zur Blechfabrication ganz untaugliches Stabeisen liefern würden. Das Frischen ist ein Schlacken- oder Kochfrischen. Das Schlackenbad darf nie dünner als zwei Zoll sein. Das Verbesserungsmittel besteht aus 2 Gewichtstheilen Manganoxyd (Braunstein), aus 3 Theilen Kochsalz und aus 12 Theilen Töpferthon. Diese Substanzen werden fein zerpülvert und dann gehörig untereinander gemengt. Bei jedem Frischen gebraucht man auf etwa 100 Theile des zu verfrischenden Roheisens 1 des Verbesserungsmittels, welches während des Kochens in 10 bis 15 Malen zugesetzt wird. Nach jedesmaligem Hinzuthun wird das Pulver mit dem Roheisen und mit den auf dem Heerde befindlichen Schlacken gehörig vermengt; das übrige Verfahren ist wie gewöhnlich. Nach Hrn. Lesoinne wurde das Schafhäutl'sche Pulver auch in der Hütte des Hrn. Orban zu Grivegnée angewendet. Es scheint auch die Qualität des Eisens

*) Annales des Mines, 3me Série, t. 16 (1839), p. 85 etc. Deutsch in meinem Werk über den Betrieb der Hohöfen ꝛc. mit erhitzter Gebläseluft. Quedlinburg 1841, 6. Heft, S. 126.



wirklich verbessert zu haben; allein der Proceß wurde nicht eingeführt, weil man fand, daß das in so bedeutender Menge zugesetzte Kochsalz eine zu starke Einwirkung auf die Wände und das Gewölbe des Ofens ausübte. Dies ist das Wenige, was Hr. Lesoinne über diesen Gegenstand berichtet. — Man hat wiederholt versucht, die vortheilhafte Wirkung des Schafhäutl'schen Pulvers auf die Güte des Eisens zu erklären. Die Einen schreiben die große Wirkung des Gemenges dem Chlor zu. Die Bildung des Chlors ist bei der vereinigten Einwirkung des Manganoxyds, welches dem Natrium Sauerstoff abtritt, und des Thons, welcher dem gebildeten Natron Kiesel abgiebt, leicht zu erklären. Das Chlor wird dem Roheisen den Schwefel und Phosphor als flüchtige Verbindungen entnehmen. Stimmt diese Erklärung mit der Wahrheit überein, so muß der angewandte Thon mehr als 50 Procent Kiesel enthalten; denn nach Leykauf (Erdmanns Journal für praktische und angewandte Chemie, Bd. 20, S. 369) entwikkeln die weniger als 50 Procent Kiesel enthaltenden Thone in einer starken Rothglühhitze fast gar kein Chlor aus dem Kochsalz. Nach Le Chatelier's Annahme ist es möglich, daß das Kochsalz nur als Aequivalent eines Alkali's wirkt und jedem andern ähnlichen Reagens nur wegen seiner Wohlfeilheit vorgezogen werden muß. Nach diesem Metallurgen würde das metallische Eisen das Natron des basischen Silicats dieses Alkali's reduciren, und das Natrium, ein flüchtiges Metall, wird den Schwefel und den Phosphor mit sich wegnehmen, zu denen es eine nähere Verwandtschaft als das Eisen hat. Es scheint mir weit natürlicher, die Wirkung des Schafhäutl'schen Pulvers mittelst der bekannten Einwirkung des kohlensauren Natrons und folglich auch der Subsilicate des Natrons auf das phosphorhaltige Roheisen zu

erklären; denn Karsten bemerkt in seiner Eisenhüttenkunde, daß, wenn man phosphorhaltiges Roheisen mit kohlensaurem Kalk schmelze und den Kalk in Essigsäure auflöse, man darin keine Phosphorsäure finde; werde aber der Kalk durch Kali oder Natron ersetzt, so verwandle sich der Phosphor vor der Schmelzhütte in Säure. Die von diesem Proceß herrührenden Alkalien schlagen sofort, wenn man sie im Wasser auflöſ't, mit Essigsäure übersättigt und dann mit essigsaurem Blei behandelt, phosphorsaures Blei nieder. Man kann sich dieses sehr einfachen Mittels bedienen, um die Menge des in dem Roheisen vorhandenen Phosphors aufzufinden. Das Mangan, welches das Schafhäutl'sche Pulver in die Schlacken führt, muß durch die große Einwirkung, welche es auf das Silicium und den Phosphor im Roheisen hat, auch günstige Wirkungen ausüben.

Nach Karsten (Eisenhüttenkunde, Bd. IV, S. 322) ist es nicht Chlor, welches sich mittelst des Schafhäutl'schen Pulvers entwickelt, sondern nur Hydrochlorsäure, und das zur Bildung dieser Säure erforderliche Wasser rührt von dem in dem Manganoxyd und vorzüglich in dem Thon vorhandenen her. Karsten erklärt die vortheilhaften Resultate des Schafhäutl'schen Pulvers, wie die aller andern Verbesserungsmittel, welche wir kennen, als Kochsalz, Kalk, die Alkalien, Braunstein, Salpeter rc., durch die Annahme, daß diese Stoffe viel Gas entwickeln und die Abscheidung der Schlacken befördern. Karsten gesteht zu, daß das Schafhäutl'sche Pulver die Qualität des Eisens verbessere und das Frischen beschleunige, allein er ist der Meinung, daß es nicht bessere Resultate gebe, als andere Gemenge, die eine von der Schafhäutl'schen verschiedene Zusammensetzung haben. Er fügt hinzu, daß die Einwirkung dieser Gemenge keiner unmittelbaren Entwickelung des Schwe-

fels und Phosphors durch Verglasung oder Verflüchtigung zugeschrieben werden müsse.

Engelhard hat den Salpeter als Mittel empfohlen, um den Schwefel, den Phosphor und das Arsenik des Roheisens, welches in den Puddelöfen verfrischt wird, in Säuren zu verwandeln. 150 Kilogr. phosphor- und schwefelhaltiges Roheisen wurden mit ½ Kil. Salpeter behandelt, welche man in drei Theile theilte, die man bei den verschiedenen Frischperioden zusetzte. Es scheint, daß man auf einem Sandheerde und nach der alten Methode puddelte. Man erhielt ein weit besseres Eisen, als gewöhnlich. Der Salpeter wirkt durch seinen Sauerstoff und durch sein Alkali; allein da er theuer ist, so kann er nicht als allgemeines Verbesserungsmittel empfohlen werden.

Zu Seraing wendet man zur Verbesserung der Qualität des Eisens verschiedene Gemenge an und verbessert auf diese Weise den Rothbruch des Eisens. Es ist diese Hütte die einzige in Belgien, in welcher man beim gewöhnlichen Betrieb feste fremdartige Stoffe in den Puddelöfen zuschlägt.

Ganz neuerlich hat man in den Hütten Couvin und Yves ein Verfahren angewendet, welches das Feinen und Puddeln zu einer einzigen Operation vereinigt. Bei demselben richtet man mittelst zweier links und rechts von der Thür angebrachten Düsen den Windstrom eines Gebläses auf das in dem Flammofen zu verfrischende Roheisen. Das Frischen ist das Schlackenfrischen, und man giebt den Wind während des Kochens. Auf diese Weise erhält man ein besseres Eisen, ein Eisen, welches weniger Silicium und Phosphor enthält, als das bei dem gewöhnlichen Verfahren erlangte; allein es findet dabei ein stärkerer Abgang statt, und der Rothbruch scheint dadurch nicht verbessert werden zu können. Offenbar

muß das Blasen am Ende des Kochens aufhören, um deu Abgang nicht zu erhöhen; denn besonders veranlaßt von diesem Moment ab selbst die frei und durch kleine Oeffnung eingeführte Luft einen starken Metallverlust. Die große Porosität des Eisens, das Oxydationsvermögen der Flamme und das geringe Verhältniß des in den Schlacken, die das Metall durchdringt, enthaltenen Kiesels können selbst die Verbrennung oder Zerstörung von einem Theile des Frischeisens veranlassen, ohne daß die Luft durch andere Oeffnungen als die des Heerdes einströmt.

Erfahrungsresultate.

Das weiße Roheisen, sowohl für festes als mürbes Eisen, hat auf dem Heerde des Ofens eine rothe Farbe, während graues und halbirtes Roheisen beim Schmelzen eine um so weißere Farbe erlangt, je fester das aus ihnen dargestellte Eisen ist.

Die Luppen von mürbem Eisen erkennt man beim Zängen unter dem Hammer durch ihre Farbe, die röther ist, als die des festen Eisens, durch ihre Biegsamkeit und durch die Leichtigkeit, mit welcher sie zwischen der Zusammendrückungsmaschine in Stücken zergehen. Die Arbeiter haben Furcht, Luppen von solchem Eisen zu zängen. Jedoch schweißen die auseinandergegangenen Stücke von Neuem, selbst wenn ihre Farbe eine zum Schweißen nicht hinlängliche Hitze anzugeben scheint. Die Luppen des festen Eisens haben mehr Zusammenhang und sind weniger geneigt, durch Schläge auseinander zu brechen.

Gut gefrischtes mürbes Eisen entwickelt keine Flamme unter dem Hammer, wogegen Luppen von festem Eisen zuweilen kleine weiße oder blaue Flämmchen ausstoßen. Blaue Flammen werden als das Zeichen eines unvollkommenen Frischens angesehen,

als einer während des Kochens unzureichenden Arbeit oder eines zu plötzlichen Kochens. Die starke weiße Flamme, welche die mit Holzkohlen gefrischten Luppen unter den Schlägen des Hammers geben, rühren von der Einmengung kleiner Kohlen in die Masse her. Blaue Flammen würden für dieses Eisen auch das Zeichen einer unvollständigen Abscheidung der Kohle sein.

Es giebt festes Eisen, welches während des Zängens eine stärkere oder schwächere blaue Flamme giebt. Das einzige Mittel diese Eigenschaft wegzuschaffen, besteht darin, daß man es abtrocknen läßt.

Festes, unvollständig gefrischtes Eisen ist fadig, allein die Textur ist minder weiß und kürzer als die des während des Kochens gehörig umgerührten Eisens. Es hat auch Korn, oder ein roheisenartiges, d. h. kleines, dunkles und mattes. Es ist minder gut und weniger schweißbar, als das andere Eisen und erleidet in dem Schweißofen mehr Abgang, allein es erhält durch das Gerben gute Eigenschaften.

Man stellt dies Eisen absichtlich dar, indem man das Roheisen während der Periode des Kochens abkühlt und letztere auf diese Weise abkürzt. Solch Eisen ist besonders zweckmäßig zur Anfertigung von Roststäben.

Mürbes Eisen kann einer solchen Behandlung nicht unterworfen werden; man muß es stets vollständig frischen und es während des Kochens möglichst gut durcharbeiten, weil es sonst unter dem Hammer zerbrechen würde. Selbst nachdem man alle Vorsichtsmaßregeln genommen hat, um ein vollständiges Frischen zu erlangen, muß man beim Zängen dennoch sehr geschickt verfahren.

Eine Luppe von festem Eisen, die zu lange auf einem Schlackenheerd gelegen hat, oder die abgekühlt ist, nachdem sie vollkommen zum Zängen vorbereitet

worden war, die dann aber auf dem Schlackenheerde des Puddelofens wieder gewärmt wurde, erleidet einen starken Abgang, sie trocknet aus und giebt ein minder fadiges, körniges Eisen, als wenn sie zu rechter Zeit gezängt worden wäre. Faden und Korn sind dunkel von Farbe, und der Faden ist kürzer als bei dem nicht verbrannten Eisen. Das Eisen schweißt schlecht, ist kaltbrüchig und zeigt sich wenig fest unter dem Hammer und zwischen den Walzen.

Wenn eine Luppe von festem Eisen in dem Augenblick, da sie gezängt werden sollte, abgekühlt ist, und man schweißt sie in einem Ofen mit Sandheerd aus, so wird sie dagegen besser, wird langfadiger, weißer und reiner, als unter den gewöhnlichen Umständen. Der Ofenheerd muß niedriger sein, als der der gewöhnlichen Schweißöfen, weil sonst das Eisen verbrennen kann.

Man weiß nicht, wie sich unter gleichen Umständen, als die erwähnten eine Luppe von mürbem Eisen verhalten würde; jedoch würde sie beim Zängen wahrscheinlich fester, aber minder schweißbar sein, als unter gewöhnlichen Umständen.

Es giebt Roheisen für festes Eisen, welches kalt oder roh geht und wenig geeignet ist, in dem Puddelofen teigig zu werden. Am häufigsten verhält sich weißes Roheisen so. Feineisen ist in demselben Falle, allein wir betrachten dies Halbproduct jetzt nicht. Ein kaltgehendes Roheisen, oder ein nicht in gehöriger Temperatur befindlicher Ofen, oder ein unvollkommenes Umrühren oder Arbeiten während des Kochens, geben ein schlechtes Eisen von feinem, dunklem und mattem Korn. War die Arbeit gut und rührt der Fehler von dem Roheisen oder von dem Ofen her, so ist der Bruch des Eisens gleichförmig und rein; im entgegengesetzten Fall ist er unrein oder mit schlechtem Faden und Schlacken vermengt.

Stahlartiges, durch ein unvollständiges Kochen im Puddelofen verfrischtes Roheisen giebt keinen Stahl, sondern ein Eisen von schwarzem Korn.

Das deutsche Roheisen für festes Eisen erleidet weniger Abgang in den Puddelöfen und giebt schwieriger ein fadiges Eisen als das belgische Roheisen für festes Eisen. Jedoch ist letzteres, im Verhältniß zu dem andern, nur von einer mittlern Beschaffenheit.

Wenn ein Roheisen für festes Eisen oder ein Feineisen wenig Neigung haben, ein fädiges Eisen zu geben, so reicht es hin, dies Roheisen oder Feineisen, ohne es während des Kochens umzurühren, stehen zu lassen, um einen Faden hervorzubringen. Allein es wird ein bedeutender Abgang stattfinden, das Eisen wird austrocknen, an Schweißbarkeit verlieren, viel Schiefern bekommen, sehr spröde werden und nur einen kurzen Faden haben. — Man weiß nicht, ob das Roheisen für mürbes Eisen auch fadiges Eisen durch dieses Mittel geben würde.

Trocknes Eisen nennt man solches, welches unter dem Zängehammer in Stücken geht, und welches entweder von einem rohgehenden Roheisen herrührt, oder welches im Puddelofen eine zu geringe Temperatur erlangt hat, oder dessen Faden zu kurz ist.

Der Bruch des festen Eisens, welches durch eine zu starke Einwirkung der Luft körnig geworden, ist grobkörnig, weiß, glänzend und zackig. Nie sind aber die Körner solchen Eisens platt gedrückt, wie die des phosphorhaltigen oder mürben Eisens.

Festes Eisen mit schwarzen oder dunkeln Körner ist stets weicher als dasselbe Eisen, wenn es fadig geworden ist. Auch wird es durch Härten in der Luft nicht härter.

Dagegen ist das Eisen mit weißen Körnern, wie

wir sahen, härter als dasselbe Eisen mit sehniger oder fadiger Textur.

Wirft man während des Kochens Sand in den Puddelofen, so wird die Production eines körnigen Eisens befördert und der Abgang erhöhet. Kalkstein giebt dagegen Sehnen oder Faden.

Wenn der Thürschwell oder die Feuerbrücke eines Puddelofens zu niedrig sind, so knistert das Roheisen wie Speck, wenn er geröstet wird, und es entsteht ein starker Abgang.

Regeln, welche die Puddler beobachten müssen.

Einer der wesentlichsten Puncte, auf welchen die Puddler ihre Aufmerksamkeit richten müssen, ist die gehörige Regulirung des Feuers. Zu dem Ende müssen sie zuvörderst dahin sehen, daß die Roste rein sind, d. h., sie müssen von Hammerschlag und Asche befreit werden. Man nimmt diese Unreinigkeiten weg, ehe man den Ofen zu besetzen anfängt. Die Puddler müssen ferner aus der Erfahrung die Zeit kennen, innerhalb welcher sich die Steinkohlen unter gegebenen Umständen zu einer lebhaften Verbrennung vorbereiten können, um jedesmal die Temperatur, deren man bedarf, hervorbringen zu können. Durch ein schlecht gegebenes Feuer gehen nicht allein viel Kohlen verloren, sondern man schadet auch dem zu erreichenden Zweck. Eins von den zur Erhöhung der Temperatur angewendeten Mitteln besteht in einem Durchstechen durch den Rost. Ist aber die gewöhnlich kleine Steinkohle noch nicht gehörig in Gluth und zusammengebacken, so muß man sich hüten, sie auf dem Heerde umzurühren, denn sie würde alsdann durch den Rost fallen, und es würden kleine Essen in dem Brennmaterial entstehen, welche einen

Brennmaterialverlust und Abkühlung des Ofens veranlassen würden. — Es muß stets eine hinreichende Brennmaterialschicht auf dem Roste vorhanden sein, sonst würde der Abgang sehr hoch werden und man würde ein schlechtes Eisen erhalten. Heizte der Ofen zu stark, welches von einer Erweiterung des Fuchses herrührt (wir wissen, daß der Fuchs der Puddelöfen kleiner ist, als er es zur Entwickelung der höchsten Temperatur sein müßte), so würde es besser sein, statt das Brennmaterial niederbrennen zu lassen, die Stäbe des Rostes einander zu nähern und noch einige Stäbe einzulegen, um den Zug zu vermindern. Es ist besser, die Temperatur dadurch zu vermindern, daß man Wasser auf das Eisen gießt, als daß man eine zu schwache Brennmaterialschicht anwendet; jedoch ist die von Karsten empfohlene Anwendung des Wassers nur ein für den Augenblick wirkendes Mittel.

Die Puddler bessern zuweilen das Innere des Ofens mit Lehm aus. Sie dürfen aber dies Mittel nicht dazu mißbrauchen, um den Damm des Fuchses zu erhöhen, weil dadurch der Durchschnitt des letztern verändert wird, der eine so wichtige Rolle bei dem Betriebe des Ofens spielt, und dessen zweckmäßigste Dimensionen durch eine lange Reihe von Beobachtungen bestimmt werden mußten.

Die Arbeiter müssen sehr sorgfältig die Bekleidungen der Luftplatten unterhalten, damit dieselben nicht verbrennen, weil man sonst den Ofen außer Betrieb setzen müßte. Durch einen solchen Schritt verliert man aber das zum Anfeuern erforderliche Brennmaterial, dessen Quantität sich auf 20 Centner beläuft. Außerdem kann man den Ofen in wenigstens 24 Stunden nicht benutzen, und die ersten drei bis vier Processe nach dem Wiederanfeuern sind nicht

so vortheilhaft als bei einem in gutem Betriebe befindlichen Ofen.

Wenn das Eisen teigig geworden ist, so muß man es lebhaft umrühren; man erhält sonst ein Product von schlechter Beschaffenheit, ein nur halb gefrischtes Eisen, und der Abgang wird auch um zwei bis vier Procent vermehrt; denn das teigige Eisen wird nicht mehr von den Schlacken bedeckt, wodurch der Abgang um so bedeutender wird, jemehr schlecht gefrischte Theile es enthält, welche die Luft mehr angreift, als die, deren Gare weit vorgeschritten ist. Aus diesem Grunde ist es daher nöthig, das weiche Metall umzurühren, um es in vielfache Berührung mit der Schlacke zu bringen.

Der Arbeiter darf das Luppenmachen nicht zu früh beginnen, weil das auf diese Weise gewonnene Eisen zu schlecht sein würde.

Beim Luppenmachen muß der Arbeiter das Eisen schichtweis von der Oberfläche ab wegnehmen. Nachdem er eine Schicht abgenommen hat, erhält die folgende, deren Gare noch nicht so weit vorgeschritten ist, die Einwirkung der Luft und kann ihrerseits auch garen. Das Eisen ist unten stets noch nicht so gut gefrischt, als an der Oberfläche, und es giebt einen Grad des Frischens, bei welchem die Schlacken fast ohne Wirkung sind, während die Luft eine bedeutende Einwirkung ausübt.

Ehe ein neues Frischen begonnen wird, muß der Puddler die überflüssigen Schlacken durch den Abstich unter der Thürschwelle ablassen und den Heerd seines Ofens gehörig reinigen. Unterläßt er es, so erhält er ein schlechtes Product, verbrennt mehr Kohlen und hat einen größern Abgang. Außerdem ist das Puddeln auf einem recht ebenen Heerde weit leichter als auf einem in Unordnung befindlichen; die Krücke gleitet über den ersten weit leichter fort, als

über den zweiten, und der Arbeiter erleichtert sich die Manipulation sehr.

Da das Abstechen der Schlacken durch den Abstich unter dem Schwell oft Schwierigkeiten hat, so suchen faule Arbeiter der Operation zu entgehen, indem sie die Schlacken über den Damm am Fuchse mittelst der kleinen Krücke hinauswerfen, so daß sie durch den Abstich der Esse abfließen. Jedoch ist dies Verfahren sehr nachtheilig, weil die Schlacken das Mauerwerk zerstören, mit welchem sie in Berührung kommen. Der Arbeiter braucht das Fortschaffen der Schlacken auf diese Weise nur 15 bis 20 Mal zu wiederholen, um die mit den Schlacken in Berührung kommenden Ofenwände, sowie den ganzen abfallenden Canal gänzlich zu zerstören. Der Schaden, welcher dadurch der Hütte erwächst, beträgt wenigstens 50 Fr. Der geneigte Canal erfordert nämlich etwa 400 Stück Ziegelsteine, welche 42 Fr. kostet. Eine Maurerschicht, welche zu der Reparatur *nöthig ist*, kostet 2½ Fr., und der Maurer muß *einen* Tagelöhner haben, der 1½ Fr. Lohn erhält, so daß die Reparatur des geneigten Canals allein 46 Fr. kostet.

Bei den Schweißöfen ist das Fortschaffen der Schlacken durch die Esse nicht so nachtheilig, als bei den Puddelöfen, 1) weil die Schlacken der ersten minder fressend als die der zweiten sind; 2) weil bei den Puddelöfen der Fuchsdamm oben nur durch einen einzigen Ziegelstein geschlossen ist; sobald nun derselbe zerstört ist, dringt die äußere Luft durch die Oeffnung hinein und hält den Zug des Ofens auf, ein Zufall, der bei den Schweißöfen nicht vorkommen kann; 3) weil bei den Puddelöfen der geneigte Canal doppelt so lang ist, als bei den Schweißöfen; und 4) weil, wenn der geneigte Canal des Schweißofens beschädigt wäre, man ihn leicht mit feuerfestem Sand durch die Ofenthür repariren könnte, während, wenn

dieser Theil bei einem Puddelofen einer Ausbesserung bedarf, man genöthigt ist ein 6 bis 8 Quadratzoll starkes Loch in das Gewölbe zu machen.

Von der Schweißarbeit.

Bedingungen, welche die Schweißöfen erfordern.

Will man Eisen in einem Flammofen schweißwarm machen, so muß es auf einem Sandheerde liegen. Wirklich oxydirt sich durch den ersten Eindruck der Hitze und der oxydirenden Flamme das Metall an der Oberfläche. Das gebildete Oxyd besteht nicht allein aus Eisen und Sauerstoff, sondern auch aus Kiesel, weil das Eisen stets Silicium enthält, von dem sich ein Theil zu gleicher Zeit mit jenem oxydirt. Der Kiesel und das Eisenoxydul verbindet sich mit einander und bleiben auf der Oberfläche des Eisens. Allein da das Verhältniß des Kiesels zu dem des Eisenoxyduls gering ist, so ist auch die Verbindung wenig oder gar nicht schmelzbar; sie verhindert nicht allein das Schweißen, sondern sie kann auch das Eisen nicht gegen die Einwirkung der Flamme schützen. Wenn demnach das Eisen auf einem Schlackenheerde liegt, welcher keinen Kiesel an den es bedeckenden Ueberzug abgeben kann, so wird es unter dem Einflusse der Flamme seinen ganzen Kohlegehalt aufgeben, d. h., es wird verbrennen. Liegt das Eisen dagegen auf einem Sandheerde, so begiebt sich der Kiesel des Heerdes nach und nach auf die ganze Oberfläche des Eisens, indem er einen feuerfesten Ueberzug, eine schmelzbare Schlacke bildet, die das Eisen benetzt, es bedeckt und in die Zwischenräume zwischen den zusammenschweißenden Stücken dringt. Durch dieses Mittel wird das

Eisen gegen die Flamme geschützt, denn die Flüssigkeit des Ueberzuges wird die Flamme hindern, bis zu dem Eisen durchzudringen. Damit aber eine solche Wirkung stattfinden könne, muß 1) die Temperatur in dem Flammofen nicht zu hoch sein, muß 2) das Eisen nicht so lange in dem Ofen bleiben, und muß 3) das Feuer auf solche Weise unterhalten werden, daß die Flamme nicht so oxydirend wird. Sind die Steinkohlen schlecht, oder wird nicht gehörig geschürt, so verbrennt die mit der Flamme in Berührung stehende Oberfläche des Eisens, schmilzt, verbindet sich mit einer stärkern Siliciummenge*) und dringt bis zu dem Fundament des Ofens, wo man es alsdann unter der Form von zackigen Massen findet, die mit verglastem Sand bedeckt und in Hexaëdern oder Octaëdern krystallisirt sind. Wegen der wiederholten Schweißhitzen und Ausreckungen, die das verbrannte Eisen erfordert, um sehnig zu werden, muß man es als verloren oder wenigstens als von sehr beschränktem Gebrauch ansehen.

Personal.

Ein Schweißofen wird durch zwei Abtheilungen von Arbeitern bedient, von denen die eine am Tage, die andere des Nachts arbeitet. Jede Abtheilung besteht aus einem Meister und einem Gehülfen. Beim Ausschweißen von großen Stücken sind zwei Gehülfen erforderlich, allein dann wird auch ein besonderes Gedinge mit dem Meister gemacht.

*) Man weiß, daß verbranntes Eisen keine Kohle enthält. Jedoch scheint es, daß man noch nicht durch Versuche bestimmt habe, ob es mehr Silicium enthalte, als das Eisen, aus welchem es entstanden ist.

Werkzeuge und sonstige Erfordernisse.

Zwei Haken, eine unten zugeschärfte Brechstange, ein Spieß, um den Rost zu durchstechen, ein kleiner Haken zu dessen Reinigung, vier verschieden große Zangen, eine große Schaufel zum Einsetzen der Rohschienen in den Ofen, eine Schaufel zum Einschüren des Brennmaterials, eine kleine Krücke, um das Feuer zu machen, und ein Eimer sind die bei einem Schweißofen erforderlichen Werkzeuge. In der Nähe des Ofens muß Sand zur Reparatur des Heerdes und Brennmaterial für den Dienst des Rostes aufgehäuft sein. Auch gebrauchen die Arbeiter Lehm zur Reparatur des Ofens um die Thür.

Das Anfeuern.

Die Betriebsdauer ist wie beim Puddelofen 8 bis 14 Tage, nach welcher Periode der Ofen einer Reparatur bedarf. Das Anfeuern geschieht den Abend des dem Betriebsanfang vorangehenden Tages, d. h. um 11 Uhr Abends, so daß der Ofen am folgenden Morgen um 6 Uhr weißglühend sein muß. Das Anfeuern besorgt der Gehülfe, und der Meister tritt die Schicht nur erst dann an, wenn er das Eisen einsetzen muß. Zu dem Anfeuern sind 20 Centner Steinkohlen erforderlich. Das erste Anfeuern geschieht mit Reißholz und mit Steinkohlenstücken.

Quantität des eingesetzten Eisens.

Zu jedem Schweißen gebraucht man 10 Centner Roheisen.

Dauer einer Operation.

Ein gewöhnlicher Schweißproceß dauert etwa 2 Stunden, so daß man in einer zwölfstündigen Schicht etwa 7 oder 8 Operationen macht. Folgendes ist die mittlere Dauer von den drei Arbeitsperioden.

Einsetzen	. . .	10	Minuten	10	Minuten
Schweißen	. . .	60	bis	80	"
Auswalzen	große Stücke	15	bis	18	"
	dünne Stäbe	30	bis	40	"

Annähernde Dauer: 85 bis 100 Minuten, oder 108 bis 130 Minuten.

Materialverbrauch und Abgang.

Zu Couillet verbraucht man 3300 Kil. Steinkohlen zu 4500 Kil. ausgewalztem Eisen. Zu Grivegnée in Belgien beträgt der Gebrauch auf 1 Kil. verkäufliches Eisen $\frac{6}{8}$ bis $\frac{3}{4}$ Kil. Der Abgang auf der letztern Hütte ist 12 bis 17 Proc. nach der Qualität der Rohschienen und den Dimensionen der Stabeisensorten, zu Couillet 9 bis 10 Procent. Gute Arbeiter haben zuweilen nur 5 Proc. Abgang. — Der Materialverbrauch und der Abgang sind die besten Controlemittel für die Oefen, die Arbeiter u. s. w.

Regeln für die Schweißofen-Arbeiter.

Der Meister muß bei'm Beginn seiner Schicht untersuchen: 1) den Ofenheerd, um sich zu überzeugen, daß er eben ist, keine Löcher und das erforderliche Niveau hat; 2) die Arbeitsthüren, welche in ihren Rahmen genau schließen müssen; 3) die Abstichöffnung der Esse, welche gehörig offen und mit Steinkohlen oder kleinen Coaks umgeben sein muß; 4)

den Rost, welcher keine Schlacken und keine Asche enthalten darf, und dessen Stäbe gerade sein müssen, und 5) das Brennmaterial.

Darauf setzt der Meister die Paquete von verschiedener Form oder die Kolben ein, die der Gehülfe in der Nähe des Ofens geordnet hat. Die gewöhnliche Ladung eines Schweißofens für Stabeisen besteht in 18 bis 20 Paqueten. Die ersten werden in die Nähe des Fuchses gelegt, und so reihet man die Paquete kreisförmig bis zur Feuerbrücke aneinander, und zwar so, daß die Concavität der Reihen auf der Seite der Arbeitsthür befindlich ist. Das Einsetzen muß schnell ausgeführt werden. Nachdem es vollendet worden ist, versieht der Meister die Thüren so genau als möglich mit Steinkohlen, um die Fugen zu verengen, und um den Abgang und die Abkühlung, welche durch die kalte, unverbrannte und durch die Fugen stets eindringende Luft verursacht wird, zu vermindern, und er sieht dahin, daß der Gehülfe gehörig schüre.

Wenn die Paquete schweißwarm sind, so dreht er sich gewandt und ohne die Steinkohlen von den Thüren wegzunehmen, um, verschließt diese wieder und wirft noch Steinkohlen daran, wenn nicht genug vorhanden sind.

Wenn das Eisen warm ist, nimmt er die Kohlen von der einen Thür weg, wendet eins von den Paqueten von Neuem um, nimmt es nach einigen Augenblicken heraus und übergiebt es den Hammerschmieden oder den Walzern. Während das erste Paquet ausgereckt wird, wendet der Meister unter Beistand seines Gehülfen das folgende Paquet auf dieselbe Weise und fährt auf diese Art fort, bis daß der Ofen entleert ist, indem er sich der zweiten Thür bedient, wenn er durch die erste nicht mehr arbeiten kann.

Wenn durch irgend einen Zufall bei'm Hammer, bei dem Walzwerke oder bei der Maschine sich voraussehen läßt, daß eine Stockung bei'm Ausrecken der Ofenladung stattfinden werde, so muß das Register geschlossen werden, ehe das Eisen heiß ist. Denn je höher die Temperatur des Eisens ist, um so bedeutender ist der von einem zu langen Aufenthalt in dem Ofen herrührende Abgang. Es kann sich dieser Verlust selbst auf $\frac{1}{4}$ Procent in der Minute erheben. Auch verschlechtert sich die Qualität des Eisens, wenn das Ausrecken nicht in dem gehörigen Moment geschieht. — Wenn das schweißwarm gewordene Eisen nur $\frac{1}{4}$ Stunde zu lange in dem Ofen bliebe, $\frac{1}{4}$ Stunde, die von einem Arbeiter, der ihren Werth nicht kennt, so leicht vertrödelt ist, so würde es einen $3\frac{1}{4}$ Proc. stärkern Abgang erleiden, als der durchaus unvermeidliche beträgt, und der Abgang würde auf 70 Centner, die man in 12 Stunden ausschweißt, über 2 Centner betragen.

Das Ausschweißen des Eisens darf nur thätigen, intelligenten und geübten Arbeitern anvertraut werden. Wenn dieselben ihren Ofen nicht stets im Auge haben, wenn sie den Rost zu ungehöriger Zeit schüren oder stören, so dauert das Schweißen länger, der Abgang nimmt zu, und das Eisen wird schlecht. Nehmen wir an, daß, statt in einem Tage 70 Centner auszuschweifen, dies nur mit 40 Centnern geschehen könne, welches leicht der Fall ist, wenn der Ofen nicht in Ordnung und der Rost nicht gehörig bedient ist, so verliert man wenigstens das zum Schweißen der 30 Centner Eisen erforderliche Brennmaterial, welches mindestens 15 Ctr. sind. Außerdem wird der Abgang wenigstens 5 Proc. höher sein, so daß statt 1800 Pfd. nur 1700 Pfd. Eisen bleiben und der Verlust 100 Pfund betragen wird. Da endlich die Arbeitslöhne und die Kosten jeder an-

dern Art dieselben bei einer guten als schlechten Fabrication sind, so giebt die Verminderung der täglichen Production Veranlassung zu einem Geldverluste. — Jedoch ist dieser Verlust zuweilen das minder Bemerkbare. Das größte Uebel besteht in der Verschlechterung des Eisens. Ein gänzlich verbranntes Eisen läßt sich sehr gut ausrecken, allein bei einem bloß an der Oberfläche oder bis auf eine geringe Tiefe verbrannten Eisen ist es anders, da es seine Gleichartigkeit verloren hat. Ein schlecht geschweißtes Eisen oder ein solches, was seine Qualität verändert hat, reißt und spaltet sich bei'm Auswalzen, was besonders dann sehr nachtheilig ist, wenn man hohle Eisenbahnschienen (sogenannte Brückenschienen) fabricirt. Der meiste Ausschuß scheint von dieser Ursache herzurühren.

Betrieb der Walzwerke. — Betrieb des Puddelwalzwerks.

Die Art des zum Zängen der Luppen anzuwendenden Apparats hängt wesentlich von deren Beschaffenheit ab. Es lassen sich dabei hauptsächlich drei Classen unterscheiden:

1) Schon reine und gut schweißbare Luppen.
2) Luppen, die sehr viel Schlacken enthalten, die aber ebenfalls gut schweißen.
3) Luppen, die gar keinen Zusammenhang haben.

Die Luppen der ersten Classe, zu denen diejenigen gehören, welche aus den Holzkohlenfrischheerden, oder vom Puddeln des Holzkohlenroheisens herrühren, können eben so gut unterm Hammer, als unter dem Quetschwerke gezängt werden, ehe sie zum Walzwerke gelangen. Jedoch verdient, unseres Erachtens, das Quetschwerk den Vorzug, weil dessen Betrieb wohlfeiler ist, als der des Hammers, und dennoch

hinreichend, wenn es sich nur darum handelt, der Luppe eine Form zu geben.

Luppen der zweiten Classe, welche im Allgemeinen durch das Verpuddeln von gutem Coaksroheisen producirt worden sind, müssen, unseres Erachtens, mit dem Hammer gezängt werden, besonders wenn das Eisen keine weitere Gerbung erleiden soll. Das Quetschwerk wirkt nicht kräftig genug, um alle zwischen den Eisentheilchen befindlichen Schlacken auszudrücken.

Die Luppen ohne allen Zusammenhang sind am Schwierigsten zu zängen, weil sie unter dem Hammer und zwischen den Walzen sehr leicht zerbrechen. Ihre Reinigung muß langsam und nach und nach bewirkt werden; ein Gerben der Rohschienen ist unerläßlich, und das Zängen mit dem Quetschwerke scheint daher das Zweckmäßigste zu sein. Man erleichtert die Bearbeitung zwischen den Walzen ganz außerordentlich, wenn man solche Luppen *einige Minuten* lang, nachdem sie unter dem Quetschwerke gezängt worden sind, in den Schweißofen bringt, und wir müssen hier bemerken, daß dieses Verfahren im Allgemeinen für alle Luppen zweckmäßig ist, besonders wenn man sie sogleich zu schwächern Stäben ausstrecken will, wie zu $1\frac{1}{2}$ Zoll starken Kolben, oder zu 2 Zoll breiten und $\frac{1}{2}$ Zoll starken Stäben.

Das Zängen der Luppen zwischen den Walzen können wir nicht für zweckmäßig erachten; es geht damit nicht schneller, als mit den andern Zängemethoden, weil man die Luppen im Anfange sehr sorgfältig behandeln muß, und sie hat den großen Nachtheil, einen bedeutenden Abgang zu veranlassen und stets unreines Eisen zu geben. Der Druck der Walzen ist stets geringer, als der von dem Hammer oder von dem Quetschwerke hervorgebrachte, und kann unter keiner Bedingung dieselben Wirkungen hervor-

bringen. Dennoch tragen die Walzen noch sehr bedeutend zur Reinigung der unter dem Hammer gezängten Stücke bei, weil bei diesem Processe die reinigende Einwirkung, welche sich durch das Ausfließen der Schlacke zeigt, und welche erst dann beginnt, wenn die Luppe zusammengedrückt ist, im Allgemeinen aufhört, sobald sie die Dimensionen des spitzbogigen Calibers erreicht hat. In diesem Augenblicke wird die Wirkung der Triebkraft unzureichend, weil das Aeußere des Stückes erkaltet ist, und man muß durchaus Walzen anwenden, um diese Rinde zu zerbrechen und um die Schlacken zu entwickeln, welche im Innern noch flüssig sind. Man darf annehmen, daß ein Zängeapparat, dessen Wirksamkeit man verstärken könnte, in dem Maße, als die Luppe erkaltet und mittelst welchen man die Enden der Luppe leicht stauchen könnte, treffliche Resultate geben würde. Der schon in England. Deutschland, Belgien und Frankreich mit großem Vortheile angewendete Nasmyth'sche Hammer scheint diesen verschiedenen Bedingungen zu entsprechen.

Von dem Zängen.

Das Zängen unter dem Hammer geschieht auf folgende Weise: Die fertigen Luppen werden in der weiter oben angegebenen Reihenfolge mit der Luppenzange von dem Puddelmeister aus dem Ofen genommen und bis zum Amboße geschleppt; dort nimmt sie der Hammerschmied zur Hand, um das Zängen auszuführen. An manchen Orten geschieht jedoch das Herausnehmen der Luppen aus dem Puddelofen und das Zängen nicht mittelst der Zange, sondern mittelst eines angeschweißten Stabes, von welchem weiter oben die Rede war.

Nachdem die Luppe einige Hammerschläge erhalten hat, wird sie gewendet, erhält wieder einige Schläge, wird abermals gewendet und erhält auf diese Weise die Gestalt eines Prisma's mit quadratischer Grundfläche. Darauf wird sie senkrecht zwischen die Chabotte und das eine Ohr des Hammerhelms gestellt, um sie zu stauchen, d. h., um ihre beiden Enden zu bearbeiten. Sie ist nun ein ziemlich vollständiges Prisma, 3½ bis 4 Zoll im Quadrat stark, und heißt nun Stück, Luppenstück und Schirbel, die sofort zu den Zängewalzen kommen. Sollen die Schirbel nicht ausgewalzt werden, so verwandelt man sie in Platten von 1½ bis 1¾ Zoll Stärke. Das Zängen einer Luppe erfordert nur 20 bis 30 Hammerschläge.

Das Zängen in der Quetschmaschine geschieht auf eine ähnliche Weise, und es darf hierbei das Stauchen der Luppe ebenso wenig unterlassen werden.

Das Durchwalzen der Schirbel zwischen den Walzen geschieht, indem man gewöhnlich mit dem zweiten oder dritten Caliber beginnt. Um Rohschienen von 3 Zoll Breite und ¾ Zoll Stärke darzustellen, sind etwa 3 oder 4 Durchführungen durch die Streckwalzen, und 4 andere durch die Schlichtwalzen erforderlich. Sollen die Luppen nur zwischen den Walzen gezängt werden, so läßt man sie drei Mal durch das erste Caliber gehen, indem man sie nach dem ersten Durchgange um ¼ ihrer Peripherie dreht, und sie dann in der andern Richtung einsteckt, um die Enden zusammenzudrücken. Die Luppe geht alsdann noch zwei Mal hintereinander durch das zweite Caliber, und die Arbeit wird alsdann auf dieselbe Weise fortgesetzt, als wie mit den mittelst des Hammers oder mittelst des Quetschwerks gezängten Schirbeln.

Die ganze Arbeit wird um so schneller ausgeführt, je kräftigere, schnellere und besser bediente Apparate man hat. Das Zängen und Ausstrecken aller Luppen eines Ofens zu Rohschienen erfordert gewöhnlich 7 bis 10 Minuten.

Materialverbrauch und Production.

Im Durchschnitte sind 1080 bis 1140 Pfund Roheisen zu 1000 Pfund Rohschienen, oder 1070 Pfd. Feineisen auf 1000 Pfund Frischeisen in geschmiedeten Platten erforderlich, und man verbraucht dazu 600 bis 700 Pfd. Steinkohlen.

Das Ausschweißen.

Eisen dieser Art nennt man Stabeisen Nr. 1, in England **common iron**. Seine Güte hängt von der Beschaffenheit des Roheisens, von dem Arbeitsverfahren im Puddelofen und besonders auch von der Behandlung des von den Luppenwalzen erhaltenen Luppeneisens ab.

Will man aber besseres Eisen darstellen, oder ist die Beschaffenheit des Roheisens so, daß es gar nicht möglich ist, aus demselben verkäufliches Stabeisen Nr. 1 darzustellen: so müssen die Rohschienen zerschnitten, es müssen aus denselben Pakete gebildet, diese ausgeschweißt und mittelst des Grobeisenwalzwerks zu Stäben ausgewalzt werden. Man nennt Eisen dieser Art Stabeisen Nr. 2, in England **best iron**. In Frankreich nennt man diese Operation **ballage**.

Ist zu besondern Zwecken ein vorzüglich gutes und festes Stabeisen erforderlich, so wird ein Theil Eisen Nr. 2 zerschnitten und mit einem Theile Rohschienen zu Paketen zusammengelegt, welche man in



den Schweißofen bringt und sie dann auswalzt. Zuweilen bleiben die Rohschienen auch aus solchem Eisen weg. Man nennt es Eisen Nr. 3 oder in England **best-best iron.**

Betriebsverfahren.

Der Proceß zur Darstellung von Eisen Nr. 2 besteht also gewöhnlich in einem Ausschweißen und einem Auswalzen. Man zerschneidet die Rohschienen oder die Stäbe von Eisen Nr. 1 mit der Scheere, macht Pakete aus diesen zerschnittenen Rohschienen oder sogenannten Plattinen, die man in einem Schweißofen zusammenschweißt und dann mittelst eines Walzwerks von 0,35 bis 0,50 Meter Durchmesser, je nach den Dimensionen des darzustellenden Stabeisens, auswalzt. Man verwandelt die Pakete auf diese Weise in Flachstäbe, von ähnlicher Form, als die zur Bildung der Pakete angewendeten Rohschienen, jedoch reiner und von einer dichtern Textur.

Die Art und Weise, wie die Pakete gebildet werden, ist auf verschiedenen Hütten und nach den dort herrschenden Gewohnheiten sehr verschieden. Jedoch unterscheidet man hauptsächlich zwei Methoden: bei der einen werden die Pakete aus Schienen von verschiedener Breite gebildet, so daß die Fugen nicht übereinander zu liegen kommen, wogegen man bei der andern Methode nur Schienen von gleicher Breite anwendet. Bei der ersten Methode erlangt man eine viel bessere Schweißung, und sie ist folglich die einzige, welche befolgt werden muß, wenn das Eisen schlecht genug ist, um einer weitern Bearbeitung durch Paketbildung zu bedürfen.

Dem Principe nach müssen die Pakete so stark, als möglich, sein, damit sie eine bedeutende Ausstrek-

kung gestatten; allein die Dimensionen der Oefen, die der Walzencaliber, hauptsächlich aber die nothwendige Bedingung, leicht zu handhabende Stücke zu erhalten, haben Grenzen vorgeschrieben, die zu überschreiten nicht vortheilhaft zu sein scheint.

Um z. B. Eisen Nr. 2 von 8 Zoll Breite und 1 Zoll Stärke darzustellen, kann man seine Pakete aus 6 Lagen Eisen von 1 Zoll bilden, darüber und darunter zwei 5 Zoll breite Stäbe legen, in der Mitte 4 Stäbe von 2 Zoll, und 4 von 3 Zoll, von denen zwei und zwei aneinander liegen. Um aus 5 Zoll starken Rohschienen Eisen von gleicher Stärke darzustellen, muß man das Paket weit stärker machen; zu 2 Zoll starkem Eisen ist es unnöthig, 5 Zoll starke Rohschienen anzuwenden, sondern das Paket braucht nur aus solchen von 2 und 3 Zoll gebildet zu werden.

Materialverbrauch und Production.

Elf Pakete von 6 Lagen, und 15 Zoll lang, wiegen fast 8 Centner und bilden die Ladung eines Ofens, der etwa 16 Schweißungen in 24 Stunden machen und folglich $8 \times 16 = 128$ Ctn. Eisen ausschweißen kann. Nimmt man $\frac{1}{10}$ Abgang an, so besteht die Production an ausgeschweißtem Eisen aus 120 Cntr. auf den Ofen und in 24 Stunden.

Der Steinkohlenverbrauch ist nach deren Qualität verschieden, beträgt jedoch im Durchschnitt 10 bis 12 Cntr. auf die Tonne Eisen. Der Durchgang einer Hitze von 11 Paketen durch ein Walzwerk mit Walzen von 16 bis 18 Zoll Durchmesser, welche 60 bis 70 Umgänge in der Minute machen, dauert fast 13 Minuten. Es folgt daraus, daß dieses Walzwerk, welches von einer Maschine von etwa

40 Pferdekräften in Betrieb gesetzt wird, 3 bis 4 Schweißöfen bedienen kann.

Darstellung von Eisen Nr. 2 mit dem Hammer und mit dem Walzwerke.

Bei dem soeben angegebenen Verfahren wurden die ausgeschweißten Pakete nur mit den Walzen bearbeitet; will man aber Eisen Nr. 2 von besserer Qualität darstellen, als durch diese beschriebene Methode, so muß man die Pakete stärker machen und sie unter dem Stirnhammer ausschweißen, ehe man sie zu den Walzwerken bringt. Ist das Stück, wenn es von dem Hammer kommt, nicht mehr warm genug, so muß man es einige Minuten lang in den Ofen zurückbringen, um es wieder weißglühend zu machen, worauf man es zu dem Walzwerke bringt. Das auf diese Weise dargestellte Product ist ohne allen Widerspruch vollkommen vorbereitet, um ein vortreffliches Eisen zu geben.

In einigen englischen Hütten, die auf ein besonders gutes Product halten, befolgt man eine Methode, deren gute Resultate sehr zu ihren Gunsten reden. Das aus den Puddelöfen in 30 bis 40 Pfd. schweren Luppen herausgenommene Puddeleisen wird unter dem Stirnhammer gezängt und in kleine, 1½ bis 2 Zoll starke Platten verwandelt, die, nachdem sie kalt geworden sind, nach einem Brecher gebracht werden, welcher durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Die dort in 2 oder 3 Stücke getheilten Platten werden auf ihrem Bruche untersucht und in 3 Classen getheilt, von denen die beiden ersten dazu dienen, Eisen erster und zweiter Qualität darzustellen, während die zur dritten Classe gehörigen Stücke zum Puddelofen zurückgebracht werden. Die ausgesuchten Stücke werden in kleinen Massen

zusammengelegt, in den Schweißofen gebracht, zusammengeschweißt, unter dem Stirnhammer geschmiedet, um die Schweißung zu vollenden, und, um ihnen eine zweckmäßige Form zu geben, alsdann auf einige Minuten in den Ofen zurückgebracht, und endlich mit dem Grobeisenwalzwerke zu Stäben ausgewalzt. Diese Stäbe können entweder unmittelbar in den Handel gebracht, oder als Materialeisen zu einer andern Bearbeitung angewendet werden.

Diese Betriebsmethode ist nicht kostbarer, als die erstere, von uns beschriebene; das Eisen wird gleichartiger und selbst besser, als das gewöhnliche Eisen Nr. 2, durch dieses zweimalige Schmieden, Zerbrechen und darauf folgende einmalige Auswalzen, welches ein einmaliges Schmieden und zweimaliges Auswalzen ersetzt. — Es ist dazu freilich ein Hammer und ein Brecher erforderlich; allein das Luppenwalzwerk kann wegbleiben.

Der Brecher besteht aus einem etwa 6 Centner schweren Rammklotze, der sich in senkrechten Nuthen bewegt und etwa 60 Schläge in der Minute macht. Die Fallhöhe des Klotzes beträgt etwa 3 Fuß und die erforderliche Triebkraft etwa 5 Pferdekräfte.

Der Materialverbrauch ist der folgende:

Eisen Nr. 1	Feineisen .	1070	Kil. (à $2\frac{1}{10}$ Pfd.)
	Steinkohlen	690	"
Eisen Nr. 2	Eisen Nr. 1	1125	"
	Steinkohlen	662	"

Vollendung des Eisens mit dem Grobeisenwalzwerke.

Die Vollendung des Eisens mit den Walzen umfaßt alle die Processe, deren Zweck es ist, das mit Steinkohlen oder Holz erzeugte Eisen, welches mit den Walzen oder mit dem Hammer vorbereitet

worden ist, in verkäufliche Eisensorten zu verwandeln. Diese Processe haben die nachstehende Reihenfolge: Das Zerschneiden der Rohschienen oder des Eisens Nr. 2 mit der Scheere, die Paketbildung aus demselben, das Ausschweißen, das Auswalzen, das Geraderichten, das Abschneiden der rauhen Enden und das Einbinden der feinen Eisensorten. Wir werden alle diese Processe so genau beschreiben, als es erforderlich ist, nachdem wir uns vorher mit dem hauptsächlichsten Apparate, dem Walzwerke, beschäftigt haben.

Grobeisenwalzwerk.

Ein gut eingerichtetes Grob- oder Stabeisenwalzwerk besteht gewöhnlich aus zwei Gerüsten, jedes mit einer Garnitur von zwei Walzen; das erstere enthält die Streckwalzen mit spitzbogigen, ovalen oder quadratischen Calibern; das zweite enthält die Schlichtwalzen, deren Caliber die Gestalt des darzustellenden Eisens haben, und das dritte Gerüste enthält die Polirwalzen, ohne Caliber, auch Bandeisenwalzen, welche dazu dienen, dünnes Eisen auszustrecken und ihm eine glatte Oberfläche zu geben.

Die Walzen haben mindestens 14 und sehr häufig 16 Zoll im mittlern Durchmesser; die Streckwalzen und die Schlichtwalzen haben 3 bis 3½ Fuß Körperlänge, und die Polirwalzen 12 Zoll. — Die Geschwindigkeit der Walzen beträgt 80—100 Umdrehungen in der Minute, und die Triebkraft der Maschine beläuft sich etwa auf 40—50 wirkliche Pferdekräfte.

Betrieb.

Alle mit dem Grobeisenwalzwerke angefertigten Eisensorten werden gewöhnlich in einer einzigen Hitze ausgewalzt; gewöhnlich geschieht dies aus Paketen, die entweder aus Rohschienen oder seltener aus Eisen Nr. 2, oder aus Stäben angefertigt werden, die von Heerdfrischeisen und vom Puddelwalzwerke herrühren. Nur in einigen Hütten ersetzt man die Pakete durch Schirbel, die im Heerde gefrischt und mit dem Hammer vorbereitet worden sind.

Das Zerschneiden mit der Scheere, die Bildung der Pakete, das Wägen dieser letzteren und ihr Transport zu den Schweißöfen beschäftigen höchstens 2 oder 3 Arbeiter, welche mit einer Scheere in 10 Stunden 230 bis 280 Ctr. Eisen vorbereiten können. Die in die Bildung der Pakete eingehenden Eisensorten, die Art ihrer Anfertigung, entweder aus gleich oder verschieden breiten Stäben, so daß sich die Fugen entweder decken, oder mit einander abwechseln, ihre Dimensionen und ihr Gewicht, bei deren Regulirung man den Abgang im Ofen und bei'm Abschneiden der Enden berücksichtigen muß, werden von dem Beamten, der den Betrieb der Hütte führt, bestimmt. Die dabei zu nehmende Hauptrücksicht sind die Dimensionen und die Qualität des darzustellenden Eisens. Gewöhnlich und wenn man Eisen von geringerer Beschaffenheit verarbeiten soll, macht man die Pakete aus verschiedenen breiten Stäben und mit abwechselnden Fugen und giebt ihnen die ganze Stärke, welche die Dimensionen der Streckwalzcaliber gestattet. So kann man zu den groben Eisensorten, die mit den Streckwalzen Nr. 1 fabricirt werden, Pakete von 5½ bis 6 Zoll Stärke bilden, die aus 12, 14 und selbst 17 zusammengelegten Stäben bestehen; dieselben sind 2 und 3 Zoll breit und mit Stäben von 5 Zoll

bedeckt. Mit den Streckwalzen Nr. 2 kann man noch auf dieselbe Weise verfahren; allein für feinere Sorten, die man mit den Streckwalzen Nr. 3 vorbereitet, erhält man eine hinreichende Ausstreckung mit Paketen, die aus einerlei Stäben von 3 Zoll Breite und 5 bis 6 Linien Stärke bestehen, und deren Fugen sich daher decken.

Das Ausschweißen.

Die Pakete, welche in die Nähe der Schweißöfen niedergelegt worden sind, werden von dem Schweißer und seinem Gehülfen möglichst schnell in den Ofen gebracht, damit durch das Einströmen der Luft, welches während dieser Operation durch die Arbeitsthür erfolgt, die Temperatur des Ofens nicht vermindert werde. Die Pakete werden auf die Heerdsohle gelegt, die vorher mit der Schaufel geebnet worden ist, und zwar so, daß sie sich nicht berühren, und daß die ersten hinten und die letzten in der Nähe der Feuerbrücke liegen.

Nachdem die Ladung vollendet worden ist, wird die Thür sorgfältig verschlossen, der Rost wird gehörig mit Brennmaterial versehen und nach 50—70 Minuten sind die Pakete weißglühend geworden, so daß sie zum Walzwerke gebracht werden können.

Die Ladung der Oefen ist sehr verschieden; bei kleinen Eisensorten erreicht sie kaum 5 bis 6 Ctnr., während sie sich bei den gröbsten oft bis zu 18 oder 20 Centner erhebt. In Beziehung auf die Benutzung des Brennmaterials ist es vortheilhaft, die Ladung so stark, als möglich, zu machen; allein es giebt eine Grenze, die man nicht übersteigen muß. Es dürfen nämlich nie so viel Pakete auf einmal eingesetzt werden, daß der Schweißer Mühe hat, sie anzubringen, und daß er in Verlegenheit geräth, sie alle zweckmä-

ßig zu besorgen. In diesem letzteren Falle würde man wenig Steinkohlen verbrennen; allein es ist wahrscheinlich, daß man einerseits schlecht ausgeschweißte Pakete und anderntheils viel verbranntes und unbrauchbares Eisen und folglich viel Abgang erhalten würde. Die zwischen diesen Extremen anzunehmende Zahl läßt sich nicht vorher bestimmen, indem sie offenbar von der Gewohnheit und Geschicklichkeit des Schweißers abhängt. Jedoch kann man annehmen, daß bei mittleren Sorten eine Ladung 8 bis 10 Centner betrage, und daß ein Ofen in 24 Stunden etwa 100 bis 120 Ctnr. ausgeschweißtes Eisen geben könne, wobei ein Abgang von 8 bis 12 Procent stattfindet.

In den Hütten, wo man die Gewohnheit hat, nur geringe Ofenladungen zu machen, gebraucht man wenigstens 4 Schweißöfen zur Bedienung eines Walzwerkes; in anderen, wo wegen zu geringer Triebkraft, oder wegen irgend einer anderen localen Ursache der Betrieb nicht mit dem ganzen wünschenswerthen Nachdrucke geführt werden kann, gebraucht man nur 2 Oefen. Im Durchschnitte kann man mit einem gut eingerichteten und gut betriebenen Walzwerke, welches von geübten Arbeitern bedient wird, ohne alle Anstrengung die Einsätze von drei gut betriebenen Oefen auswalzen.

Die zum Ausschweißen einer Ladung erforderliche Zeit beträgt im Durchschnitte 1 Stunde 10 Minuten und das Auswalzen von 14 bis 18 Paketen dauert 11 bis 18 Minuten, so daß man auf 15 bis 16 Ladungen auf den Ofen und in 24 Stunden rechnen kann, d. h. auf eine Production von 15 bis 18 Tonnen mit 3 Oefen und in derselben Zeit.

Walzarbeit.

Wenn die Stücken die Schweißhitze erreicht haben, so bringt sie der Schweißer in die Nähe der Ofenthür, indem er mit denen beginnt, welche der Feuerbrücke am Nächsten liegen; der Gehülfe faßt sie mit einer Zange, läßt sie auf die Hüttensohle fallen und zieht sie bis zum Streckwalzgerüste, wo er sie mit Hülfe des ersten Walzgehülfen auf die Einlaßplatte hebt. Sobald das Paket in das erste Caliber gebracht worden ist, geht der Schweißarbeiter zum Ofen zurück. Sind die Pakete sehr schwer, so werden sie mittelst eines zweirädrigen Karrens, dessen obere Fläche in gleicher Höhe mit der Einlaßplatte liegt, von dem Ofen zum Walzwerke transportirt; das übrige Verfahren ist ganz dasselbe, wie in dem anderen Falle. Die ersten Durchgänge durch die Walzen, welche mit Schnelligkeit ausgeführt werden müssen, bieten oft einige Schwierigkeiten dar, wenn die Pakete stärker als die Kaliber sind. Der Schweißgehülfe bleibt alsdann zur Hülfe des Walzers bei dem Walzgerüste, stößt mit demselben das Paket in das Caliber und wirft etwas trockenen Sand auf die Oberfläche des Pakets, um das Fassen der Walzen zu erleichtern.

Nachdem der Walzarbeiter den Stab durch alle Caliber der Streckwalzen geführt hat, durch welche er gehen soll, wobei er ihn nach jedem Durchgange um ¼ seiner Peripherie dreht, und wenn der Stab gehörig zusammengeschweißt und noch hinreichend warm ist, so reicht ihn der an der hintern Seite des Streckwalzengerüstes stehende Gehülfe dem Gehülfen des Walzers von dem Schlichtwalzengerüste, der ihn über die oberste Walze dem an der Vorderseite dieses Gerüstes stehenden Walzmeister zureicht. Dieser faßt den Stab und führt ihn durch die Caliber, deren

Oeffnung er vorher bestimmt hat, indem er ihn, wenn er Flacheisen walzt, um die Hälfte und, wenn er Rund= oder Quadrateisen walzt, um $\frac{1}{4}$ seiner Peripherie dreht. Der Stab gelangt auf diese Weise zu dem letzten oder vollendeten Caliber, durch welches er ihn wenigstens zweimal, oft aber noch mehr, durchführt, und wobei er seine Dimensionen mit einem stählernen Caliber genau nachmißt. Da der Walzmeister für das richtige und gute Auswalzen der Stäbe verantwortlich ist, so wirft er einen Stab, den er für fehlerhaft erkennt, zu dem Brucheisen oder den Abgängen.

Das Durchwalzen durch die Polirwalzen, wenn es überhaupt stattfindet, geschieht ebenfalls von dem Walzmeister, seinem Gehülfen und einem Knaben, der an den Schraper gestellt wird. Er erhebt die obere Backe des Werkzeugs, und sobald der Stab zwischen die Walzen eingeführt worden ist, läßt er sie nieder und drückt stark auf den Hebel, um die Oxydschicht wegzunehmen, mit welcher die Flächen überzogen sind. Hat das Durchwalzen durch das Polirwalzgerüst eine Verminderung der Stärke von dem Stäben zum Zwecke, so geschieht es in der Temperatur, in der sie aus den Schlichtwalzen hervorkommen; will man ihnen aber eine schöne Politur ertheilen, so läßt man sie bis zur Dunkelrothglühhitze erkalten.

Die gewöhnlichsten und hauptsächlichsten Rücksichten, welche die Walzarbeiter zur Erlangung guter Resultate zu nehmen haben, sind die folgenden:

1) Die Walzen müssen stets dicht an einander liegend und vollkommen parallel gehalten werden, damit die Flachstäbe einen rechtwinkligen Durchschnitt erhalten und gerade aus dem Caliber hervortreten.

2) Der Walzer muß den Stab immer genau in

der Ebene des Calibers halten, um die Veränderung seiner Kanten zu vermeiden.

3) Er muß, sobald er mit der Zange in die Nähe der Walzen gekommen ist, dieselbe rasch loslassen, damit sie nicht von dem Caliber gefaßt werde. Ein solcher Unfall, der ungeschickten und unaufmerksamen Arbeitern wohl passiren kann, besonders bei einer etwas bedeutenden Umlaufsgeschwindigkeit der Walzen, kann einen Bruch derselben veranlassen, wenn die Muffen und die Sicherheitsbüchsen einen zu großen Widerstand darbieten.

4) Der an der Hinterseite der Walzgerüste stehende Arbeiter muß seine Zange stets offen und bereit halten, um das Ende des hervortretenden Stabes zu fassen; vernachlässigt er diese Vorsichtsmaßregel, so setzt er sich der Gefahr aus, von dem Eisen erreicht und verbrannt zu werden.

5) Endlich muß der mit dem Schmieren des Walzwerks beauftragte Arbeiter dahin sehen, daß die Zapfen stets geschmiert und durch Wasser abgekühlt seien, damit ihr Erhitzen die Maschine nicht unnütz belaste. Auch die ersten Caliber der Streck- und der Schlichtwalzen werden durch einen kleinen Wasserstrahl abgekühlt, und dieselbe Vorsichtsmaßregel ist auch bei den Polirwalzen zu berücksichtigen, wenn deren Bahn ihre ursprüngliche Härte beibehalten soll.

Geraderichten der Eisenstäbe.

Nachdem die Stäbe das Walzwerk verlassen haben, werden sie sofort von einem Arbeiter in Empfang genommen und zur Richtplatte oder Richtbank gebracht, auf welcher man alle ihre Flächen mit hölzernen Schlägeln beklopft, wodurch die verschiedenen Krümmungen verschwinden, welche sie noch haben können. Schwache und leichte Stäbe, hauptsächlich

die runden und quadratischen, lassen sich noch leichter gerade richten. Zwei Arbeiter fassen die beiden Enden des Stabes mit ihren Zangen, heben sie zu gleicher Zeit und schlagen ihn mit Heftigkeit, und ohne ihn loszulassen, gegen die Platte. Nach drei oder vier Schlägen ist er vollkommen gerade geworden. Sehr lange Stäbe, wie z. B. alle Bandeisensorten, werden auf der Hüttensohle selbst gerade gerichtet.

Das Geraderichten beschäftigt etwa 3 Arbeiter in einer zwölfstündigen Schicht; dieselben werden nach dem Gewichte bezahlt und verdienen etwa anderthalb Franken täglich.

Das Abschneiden der rauhen Enden der Stäbe.

In den Hütten, wo die Richtplatten mit Scheeren mit ununterbrochener Bewegung versehen sind, werden fast alle Stäbe noch warm, sobald sie gerade gerichtet sind, beschnitten. Gewöhnlich nimmt man aber diese Operation nach dem Erkalten der Stäbe mit einer besonders dazu vorhandenen Scheere vor. Bei einem lebhaften Betriebe beschäftigt das Abschneiden der rauhen Enden einen darauf eingeübten Arbeiter und einen Tagelöhner, welcher die Stäbe herbeibringt und die beschnittenen wieder wegträgt.

Das Einbinden der Stäbe.

Die gröbern Eisensorten kommen in einzelnen Stäben in den Handel, die feinern dagegen in Bunden von $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Ctnr. rc. Das Einbinden geschieht auf einer hölzernen Bank, welche mit 2 oder 3 eisernen Formen versehen ist, in welche man die Stäbe legt und dahin sieht, daß sie so dicht, als möglich, an einander liegen. Man drückt darauf das Bund

mittelst eines an jeder Form vorhandenen Hebels zusammen und umgiebt die Enden und die Mitte mit einem Bande von dünnem Bandeisen, Schneideisen, oder schwachem Rundeisen, worauf man das fertige Bund aus der Form herausnimmt und andere Stäbe hineinlegt. Sind die Stäbe vorher gehörig gerade gerichtet, so erfolgt das Einbinden ohne Schwierigkeit und sehr schnell.

Materialverbrauch und Production.

Zu 1000 Pfd. fertigem Eisen sind 1200 Pfd. Frischeisen erforderlich, wovon etwa 80 bis 100 Pfd. zu dem Abgange und zu den rauhen Enden gerechnet werden müssen. Der Steinkohlenverbrauch in dem Schweißofen beträgt 5 bis 600 Pfd.

Fabrication feiner Eisensorten mittelst des Feineisenwalzwerks.

Die Anfertigung feiner Eisensorten mittelst des Feineisenwalzwerks wird durch ähnliche Processe bewirkt, als die bei der Fabrication des Grobeisens beschriebenen. Der einzige wesentliche Unterschied zwischen beiden Betrieben besteht darin, das man in den meisten Fällen Kolben von 12 bis 22 Linien starkem Quadrateisen, die mittelst des Grobeisenwalzwerks vorbereitet worden sind, statt Paketen von Rohschienen oder Eisen Nr. 2 verarbeitet.

Feineisenwalzwerk.

Ein Feineisenwalzwerk, welches unter den gewöhnlichen Bedingungen betrieben wird, hat keine verwickeltere Zusammensetzung, als ein Grobeisenwalzwerk. Man findet dort ein Streckwalzwerk, ein Schlicht-

walzwerk und Polirwalzen. Allein diese geringe Anzahl von Gerüsten würde zur Fabrication sehr langer Stäbe von feinem Rundeisen, von 2¼ bis 2¾ Linien Durchmesser, welches die Hütten an die Drahtziehereien verkaufen, nicht genügen. Es besteht daher ein Feineisenwalzwerk gewöhnlich aus einem Streckwalzgerüste, auf welches 4 Gerüste für Präparir- und Schlichtwalzen folgen, deren letztes auch Polirwalzen aufnehmen kann.

Die Walzen haben einen mittlern Durchmesser von 6 bis 8 Zoll, 16 bis 24 Zoll Körperlänge, mit Ausnahme der Polirwalzen, deren Bahn nur 8 bis 10 Zoll lang ist. Ihre Geschwindigkeit wechselt von 200 bis 250 Umgängen in der Minute, und es werden drei Gerüste von einer Maschine von 30 bis 35 Pferdekräften, 5 Gerüste aber durch eine Maschine von 40 bis 45 Pferdekräften betrieben.

Betrieb.

Quadrat- und Rundeisen von 6 Linien Stärke und darüber, sowie Flacheisen, welches breiter als 1 Zoll und stärker als 3½ Linie ist, können aus Paketen ausgewalzt werden, die aus 2 Zoll breiten Rohschienen oder Eisen Nr. 2 angefertigt worden sind. Zu den schwächern Eisensorten braucht man aber stets Kolben, und im Allgemeinen wendet man auch dies Verfahren stets dann an, wenn man Eisen von besserer Qualität fabriciren will.

Die Kolben werden aus Paketen von Rohschienen dargestellt, die man, mittelst der Streckwalze Nr. 3 des Grobeisenwalzwerks, in Quadrateisen von 12 bis 22 Linien Stärke verwandelt. Diese Stäbe werden, wenn sie aus dem Walzwerke kommen, unmittelbar zerschnitten und zwar in Kolben von 16 bis 28 Zoll Länge. Ihre Fabrication erfordert nur, wie wir

schon gesagt haben, $\frac{5}{6}$ von der Kraft, welche zur Darstellung des verkäuflichen Eisens von denselben Dimensionen erforderlich ist, weil es nicht durch die Schlichtwalzen geht. Da es jedoch noch bedeutende Betriebskosten veranlaßt, so muß man diese Betriebsmethode offenbar nur dann anwenden, wenn sie die Qualität des zu verarbeitenden Materialeisens erfordert.

Ausschweißen, Auswalzen.

Alle Pakete im Allgemeinen und selbst alle Kolben, die stärker als $1\frac{1}{4}$ Zoll sind, müssen in ordentlichen Schweißöfen ausgeschweißt werden. Nur die Platinen (flaches Materialeisen) oder die Kolben (quadratisches Materialeisen) von geringerer Stärke, kann man in Oefen wärmen, die mit der aus den Frischfeuern entweichenden Hitze gefeuert werden, wie es z. B. in Hochburgund der Fall ist.

Ein Feineisenwalzwerk von 3 Gerüsten, von denen eins die Polirwalzen enthält, kann täglich nicht mehr als 8 bis 9 Tonnen Eisen von mittlern Dimensionen produciren und erfordert daher nur zwei im Betriebe stehende Schweißöfen. Bei einem Walzwerke mit 5 Gerüsten kann man eine doppelte Production erzielen, indem man 2 Streckwalzgerüste, 2 Schlichtwalzgerüste und 1 Polirwalzgerüste betreibt und indem man zu gleicher Zeit 2 Arbeiterbrigaden arbeiten läßt. Die zum Ausschweißen erforderliche Zeit ist hier offenbar geringer, als bei'm Grobeisen, allein die Ofenladungen übersteigen 5 bis 6 Ctnr. nicht und die zum Durchwalzen erforderliche Zeit ist in dem Verhältnisse zu dem Gewichte weit länger, weil die Stäbe leichter sind. — Man kann im Durchschnitt $\frac{3}{4}$ Stunden auf das Ausschweißen und $\frac{1}{2}$ Stunde auf das Auswalzen einer Hitze von 6 Ctnr.

rechnen. Der Steinkohlenverbrauch ist nach deren Qualität und nach der Stärke des Eisens verschieden und beträgt 6 bis 8¼ Ctnr. auf die Tonne des Products; der Abgang beträgt 7 bis 8 Procent. Kolben und Platinen von 1¼ Zoll Stärke und darunter, können mit der entweichenden Hitze der Frischfeuer ausgeschweißt werden; ein einziges Feuer wärmt in 24 Stunden 16 bis 17 Ladungen von 1½ Ctnr. eine jede und producirt folglich 60 Ctnr. Rund- und Quadrateisen von 4 bis 8 Linien Stärke und eine gleiche Quantität Flacheisen, Bandeisen ꝛc. Die Methode, welche weit mehr bei dem mit Holz gefrischten Eisen, als bei dem von Puddeln mit Steinkohlen herrührenden angewendet wird, ist für dies letztere überall nicht recht zweckmäßig, weil es im Allgemeinen weniger rein als das andere ist und weil es daher eines stärkern Hitzgrades bedarf, um den erforderlichen Grad der Reinheit zu erlangen.

Das Auswalzen der feinen Eisensorten erfordert mehr Vorsicht, mehr Sorgfalt und mehr Genauigkeit, als das des Grobeisens, und die Stäbe müssen mit der sorgfältigsten Genauigkeit die erforderliche Dimension bekommen.

Das Geradrichten und das Abschneiden der rauhen Enden geschieht auf die oben angegebene Weise; auch das Einbinden erfolgt ebenso, wie bei dem Grobeisen, jedoch verwendet man mehr Sorgfalt und Aufmerksamkeit darauf.

Materialverbrauch und Production.

Ein Feineisenwalzwerk nebst zwei Schweißöfen kann in 24 Stunden 8 bis 9 Tonnen Eisen von mittlern Dimensionen hervorbringen. Man verbraucht zu 1000 Pfd. fertigem Eisen 1080 bis 1130 Pfd. Eisen in Paketen oder 1050 bis 1080 Pfd. Kolben

oder Platinen; außerdem 40 bis 60 Pfd. rauhe Enden und Ausschuß, sowie ohngefähr 400 bis 500 Pfd. Steinkohlen.

Zugutemachung der Stabeisenabgänge und des alten Eisens.

Beschaffenheit der Stabeisenabgänge oder des Brucheisens.

Man kann mindestens drei Classen von Stabeisenabgängen und altem Eisen unterscheiden:

1) Gröbere Abgänge, bestehend aus Abgängen und Resten bei der Wagnerarbeit, als Achsen, Radreifen, so wie aus dem alten Eisen von eingerissenen Häusern, wie Bolzen, Anker und Stäbe aller Art 2c.

2) Brucheisen von mittlerer Größe, bestehend aus den rauhen Enden der Eisenstäbe, aus allen Ueberresten der Grobschmiede, der Schlosserwerkstätten, der Messerschmiede 2c.

3) Kleines Brucheisen, bestehend aus Blechabschnitzeln, Bruchstücken von Röhren, Schrauben, Nägeln, Eisendraht 2c.; sie sind gewöhnlich sehr verrostet, und sie müssen daher vor ihrer Zugutemachung gereinigt werden. Diese Arbeit hat durchaus keine Schwierigkeit und geschieht mittelst eines gußeisernen Cylinders, der mit Löchern versehen ist, und welcher, nachdem man ihn mit Eisenabgängen angefüllt hat, sich um seine Achse dreht. Nach 1 oder 2 Stunden, je nach der Geschwindigkeit und dem räumlichen Inhalte des Apparats, reinigt man vollkommen 6 bis 8 Ctnr. Eisenabgänge.

Die kleinen Eisenabgänge enthalten die meisten fremdartigen Metalle, wie Kupfer, Zinn, Messing, Blei, Zink 2c.; sie müssen mit Sorgfalt davon abge-

schieden werden, weil sie dem Schweißen und der Gleichartigkeit der Producte entgegen sind.

Verschiedene Methoden.

Die erste Classe der Eisenabgänge, die beste und die theuerste bietet bei ihrer Zugutemachung nichts Eigenthümliches dar. Man zerschneidet die Stäbe mit der Scheere, macht davon ähnliche Pakete, wie bei'm Puddeleisen, die man im Schweißofen ausschweißt und sie dann mittelst des Grobeisenwalzwerks in einer Hitze zu Stäben auswalzt. Will man ein recht gleichartiges Product haben, so schweißt man zuvörderst die Pakete unter dem Hammer, bringt sie einige Augenblicke in den Ofen zurück und vollendet sie mit dem Walzwerke. Will man feine Eisensorten daraus fabriciren, so verwandelt man die Pakete in Kolben oder Platinen, die man dann auf die bekannte Weise weiter verarbeitet.

Die Eisenabgänge der zweiten oder dritten Classe können auf zweierlei Weise behandelt werden: im Gemenge mit zu verfrischendem Roheisen, oder allein. Die erstere Methode wird hauptsächlich in denjenigen Hütten angewendet, welche ihre rauhen Enden zu Gutemachen wollen; die zweite und bessere ist in solchen Hütten in Gebrauch, welche zur Zugutemachung der Stabeisenabgänge dazu eingerichtet sind.

Verfrischen der Stabeisenabgänge.

In den Hütten, in denen man das Roheisen mit Holzkohlen verfrischt, werden die Stabeisenabgänge dann zugesetzt, wenn die Luppe schon gemacht ist. War der Zuschlag nicht zu bedeutend, so erfolgt die Schweißung ohne Schwierigkeit, und das Ausbringen des Frischfeuers wird dadurch bedeutend er-

höht. Zuweilen und wenn man viel Brucheisen hat, verfährt man anders: man bereitet in dem Feuer ein Bad von Roheisen und Schlacken vor und setzt alsdann sehr viel Brucheisen ein; man rührt das Gemenge um und macht eine Luppe daraus, welche man auf die gewöhnliche Weise zängt. Dieses Verfahren wird sehr wenig angewendet, weil es einen starken Abgang und einen großen Kohlenaufwand veranlaßt.

In den Stabeisenhütten mit der englischen Betriebsmethode, in denen man ein Roheisen von mittelmäßiger Qualität verpuddelt, dessen Producte einer Verbesserung bedürfen, benutzt man die Abgänge in den Puddelöfen, indem man sie dem Roheisen etwa in $\frac{1}{5}$ seines Gewichts zuschlägt, nachdem dasselbe eingeschmolzen worden ist. Die beiden Substanzen vereinigen sich auf diese Weise ganz vollkommen, der Puddelproceß wird beschleunigt, und seine Resultate werden dadurch verbessert.

Wenn das Roheisen von hinreichend guter Beschaffenheit ist, um dieser Verbesserung nicht zu bedürfen, oder wenn man einiges Eisen von vorzüglich guter Beschaffenheit darstellen will, so verfolgt man ein ähnliches Verfahren, als das weiter oben bei den Frischfeuern angegebene. Man erhöht die Feuerbrücke des Puddelofens, stellt seine Heerdsohle gehörig her und schmelzt eine gewisse Quantität Roheisen ein; darauf setzt man das Brucheisen nach und nach zu und rührt den jedesmaligen Zuschlag mit dem Roheisen um, welches sich selbst sehr bald in Stabeisen verwandelt. Darauf bildet man Luppen, welche man auf die gewöhnliche Weise zängt, sei es nun mit einem Quetschwerke, mit dem Hammer, oder mit den Walzen. Diese Methode kann sehr gute Resultate geben, wenn sie mit geschickten Arbeitern ausgeführt wird, die ihr Feuer so einzurichten wissen, daß

kein oxydirender Luftstrom in den Ofen gelangt, und welche dahin sehen, daß alles gebildete Oxyd durch die Kohle des Roheisens zersetzt wird, indem sie das Frischen dieses letztern beschleunigen; dennoch ist stets zu fürchten, daß man viel Eisen durch die Oxydation einbüße. Wirklich muß man die Anwendung des Brucheisenofens als Nebensache in den Hütten ansehen, da sichere und raschere Methoden existiren, um vieles Brucheisen und viele Stabeisenabgänge zugutezumachen: es ist dies die Behandlung in Paketen im Schweißofen. Wir haben schon bemerkt, daß diese Methode die einzige zweckmäßige für das Brucheisen Nr. 1 sei; es muß aber ebenfalls auf die zweite und dritte Classe angewendet werden.

Zugutemachung des Brucheisens in Paketen. — Anfertigung der Pakete.

Die Bildung der Pakete von Brucheisen erfordert Sorgfalt und Aufmerksamkeit; sie geschieht in einer besondern, mit den gehörigen Vorrichtungen versehenen Werkstatt.

Die erste Operation, welcher die Stabeisenabgänge unterworfen werden, besteht in einem Sortiren, wodurch man sie in zwei oder drei Classen trennt; man sieht dahin, davon nicht allein die fremdartigen Metalle zu trennen, sondern auch Stahl- und Gußeisenstücke, welche zufällig damit vorkommen könnten, indem dieselben den Bruch der Scheeren veranlassen würden, wenn man sie zerschneiden wollte, und weil sie in allen Fällen die Beschaffenheit der Producte verändern müßten.

Stücke, deren Gestalt so unregelmäßig ist, daß sie nicht füglich zur Bildung der Pakete angewendet werden können, so wie auch alle die, welche länger

als 20 bis 28 Zoll sind, werden mit der Scheere zerschnitten und mit den übrigen auf eine lange Tafel geworfen, um welche die mit der Bildung der Pakete beschäftigten Arbeiter stehen. Diese sind alle mit einem eigenthümlichen Apparate versehen, durch den sie zusammengepreßt werden, und dessen Dimensionen der Dicke und der Höhe der Pakete, welche gewöhnlich 4 bis 8 Zoll im Quadrat stark und 16 bis 28 Zoll lang sind, entsprechen.

Die Flächen eines jeden Paketes bestehen aus Flachstäben, welche aus dem Brucheisen genommen werden, wenn sich solche darunter befinden, oder die man im entgegengesetzten Falle dazu vorbereitet; im Allgemeinen ist das letztere Verfahren besser, man nimmt alsdann Flacheisen von 32 bis 36 Linien Breite und 3 bis 5 Linien Dicke und erhält dann weit regelmäßigere Pakete.

Wenn der Arbeiter in die Form, welche ihm das Anhalten geben, die Stäbe gelegt hat, welche die untere Seite der Pakete bilden, so legt er das Brucheisen Stück für Stück darauf, sieht dahin, daß es so dicht, als möglich, aneinander liege, und daß die Zwischenräume mit den kleinen Stücken ausgefüllt werden. Nachdem das Paket die erforderliche Stärke erreicht hat, legt der Arbeiter die Deckstäbe darauf, drückt es mittelst eines zu dem Ende angebrachten Hebels und mit Hammerschlägen dicht zusammen, und während er es in dieser Lage erhält, indem er seinen Fuß auf das Ende des Hebels setzt, vereinigt er das Paket an zwei oder drei Puncten mit Eisendraht, so daß es, ohne irgend seine Form zu verlieren, gehandhabt werden kann, und ohne daß die Brucheisenstückchen herausfallen könnten.

Bruchеisenbüchsen.

Wenn das zu verarbeitende Bruchеisen aus kleinen Stücken besteht, oder wenn man es zur Darstellung gewisser Eisensorten nur von dieser Art anwenden will, so verschließt man es in Büchsen von dünnem Blech, die man sehr dicht anfüllt und oben ebenfalls mit einem Blechtäfelchen verschließt. Auf diese Weise fertigt man zuweilen Pakete an, die gänzlich aus Nägeln bestehen, und die zur Anfertigung von Gewehrläufen dienen.

Das Ausschweißen.

Das Ausschweißen der Pakete geschieht in Schweißöfen, welche dieselbe Einrichtung, wie andere Oefen dieser Art, haben. Jedoch erhöht man zuweilen die Dimensionen der Heerdsohle und des Rostes, da die Pakete einen bedeutenden Raum in Beziehung auf ihr Gewicht einnehmen, und da sie sehr schnell schweißwarm gemacht werden müssen, damit sie so wenig, als möglich, durch den Abgang verlieren. Man setzt gewöhnlich 8 und 9 Pakete, die 20 bis 24 Zoll lang und 6 bis 8 Zoll im Quadrat stark sind, d. h., etwa 14 bis 16 Ctr., auf einmal ein; das Ausschweißen dauert 70 bis 80 Minuten.

Das Ausstrecken.

Die Bruchеisenpakete können in einer einzigen Hitze in verkäufliches grobes Stabeisen verwandelt werden. Will man feinere Eisensorten darstellen, so ist es zweckmäßig, die Kolben oder Platinen vorher unterm Hammer oder mit den Streckwalzen auszuschweißen, die Stäbe dann noch rothglühend 10—15

Minuten in den Ofen zurückzubringen und dann erst ihr Ausstrecken zu vollenden. Die Bruchеisenpakete von Nr. 2 und Nr. 3 können ohne Ausschweißung keine verkäuflichen gröbern Stabeisensorten von gutem Ansehen geben; man muß sie zuvörderst zu starken, flachen Schienen, mit oder ohne vorheriges Ausschmieden, auswalzen, diese Schienen zerschneiden, auf die gewöhnliche Weise Pakete daraus bilden, dieselben ausschweißen und alsdann auswalzen. Will man schwache Sorten fabriciren, so kann man die Pakete unmittelbar zu Kolben oder Platinen ausstrecken, welche man ausschweißt und alsdann auswalzt; jedoch ist es oft nothwendig, diese Kolben und Platinen aus von neuem gebildeten Paketen anzufertigen. Die zu befolgende Methode hängt stets von der Beschaffenheit des Brucheisens, sowie von den Erfordernissen des Fabricats ab.

Production und Materialverbrauch.

Die Zugutemachung des Brucheisens auf die soeben beschriebene Weise giebt stets treffliches Eisen; es ist weich, fadig, in der Hitze leicht zu bearbeiten und in der gewöhnlichen Temperatur sehr fest, weßhalb es zu Maschinentheilen, zu Reifen der Locomotivräder ꝛc. sehr gesucht ist.

Der ganze Abgang beträgt bei dem Brucheisen Nr. 1 10—13 Procent und steigt bei nicht gereinigtem Brucheisen Nr. 3 bis auf 30 Procent. Hat dieses letztere den erwähnten Proceß vorher erlitten und sind die Pakete sorgfältig angefertigt, so ist sein Abgang nicht viel stärker, als der des Brucheisens Nr. 1. Der Steinkohlenverbrauch erhebt sich nur bis auf 16 oder 18 C tr. auf die Tonne fertiges Eisen von verschiedenen Sorten, vorausgesetzt, daß die Schweißöfen gut eingerichtet sind und be-

sonders, wenn der Betrieb sehr lebhaft geführt worden ist. Eine Hütte mit zwei Walzwerken, welche abwechselnd das eine zur Fabrication von groben, das andere von mittleren Eisensorten betrieben wird, kann mit zwei in Betrieb stehenden Oefen monatlich etwa 150 bis 160 Tonnen fertiges Stabeisen von verschiedener Stärke produciren.

Die Zugutemachung des Brucheisens oder der Stabeisenabgänge ist besonders in der Nähe großer Städte vortheilhaft, wenn man sich daselbst das Brennmaterial zu einem mäßigen Preise verschaffen kann, indem es dort nicht an altem und Brucheisen jeder Art fehlt und man ohne Transportkosten einen sichern Absatz hat. Hütten, welche von großen Bevölkerungsmittelpuncten entfernt liegen, müssen ihr eigenes Brucheisen zur Verbesserung ihrer übrigen Producte anwenden, und das aus großen Städten bezogene Brucheisen kann nur für diejenigen Hütten von Nutzen sein, welche in der Nähe liegen, indem für die entferntern die Transportkosten zu bedeutend sein würden.

Die Schneidwerke und ihr Betrieb.

Will man Quadrat- oder Flacheisen, dessen Form nicht so vollkommen und dessen Kanten nicht scharf zu sein brauchen, fabriciren, so wendet man die Schneid- oder Spaltwerke an. Ein Schneidwerk besteht aus zwei Gerüsten, von denen das eine, das sogenannte Ausstreckwerk, zur Streckarbeit und das andere, das eigentliche Schneidwerk, zur Vollendung dient. Das Streckwerk kann nur aus einem Paar Walzen mit glatter Oberfläche bestehen, die jedoch weit kürzer als Blechwalzen sind. Alsdann müssen die zu zerschneidenden Platinen, wenn sie zum Schneidwerk kommen, fast die zum Zerschneiden erforderliche

Breite und Dicke haben. Sehr häufig ist aber das Streckwerk nur ein gewöhnliches Flacheisen-Walzwerk mit einem breiten Caliber. In diesem Falle wird das Materialeisen im Zustande der Pakete angewendet, welche man zu den erforderlichen Dimensionen auswalzt und darauf in Stäbe zerschneidet. In allen Fällen muß das zum Schneidwerke gelangende Eisen die Dicke der darzustellenden Stäbe oder Ruthen haben und eine Breite, welche die des arbeitenden Theils von dem Schneidwerk nicht übersteigt. Das Schneidwerk ist gewöhnlich mit einem Grobeisenwalzwerk verbunden.

Fig. 85, Taf. IX, ist ein Aufriß von der vordern Seite, und Fig. 86 ein horizontaler Durchschnitt von einem sehr zweckmäßig eingerichteten Schneidwerk. Ein solches besteht aus zwei Reihen von Schneiden oder kreisförmigen Messern aus Stahl, oder aus verstahltem Eisen, welche *in Fig.* 85 und 86 mit den Buchstaben **t t** *bezeichnet* sind. Jede Reihe hat eine guß- oder schmiedeeiserne Welle oder Spindel.

Zwischen den Schneiden sind die Scheiben **o, o** vorhanden, welche dieselbe Stärke, aber einen geringern Durchmesser haben. Sie halten die Schneiden so weit auseinander, als die anzufertigenden Stäbe breit werden sollen. Man nennt diese Scheiben Mittelscheiben, und sie bilden mit den Schneiden zusammen die sogenannte Garnitur oder die armirten Spindeln. Jede Garnitur tritt gegen eine mit der Welle verbundene Scheibe **R**, wogegen auf der andern Seite die Garnitur mit einer beweglichen Scheibe **R¹** geschlossen und das Ganze mittelst vier Schraubenbolzen **b** verbunden ist.

Die beiden armirten Spindeln liegen so über einander, daß die Schneiden der einen den Mittelscheiben der andern entsprechen und die durch diese

Stücke gebildeten Zwischenräume genau ausfüllen. Die Schneiden dürfen 4 bis 6 Linien höchstens in einander eingreifen. Ist dieser Eingriff stärker, so vergrößert man den Winkel, den sie an ihrer Verbindung bilden, und das Eisen wird schwieriger gefaßt.

Man ersieht aus Fig. 85 leicht, daß die zwischen die armirten Spindeln geführten Platinen in eben so viel Stäbe oder Ruthen zerschnitten werden, als Mittelscheiben vorhanden sind.

Um das Umwickeln der Stäbe um die Garnitur zu verhindern, werden zwischen den Schneiden gerade eiserne Stäbe, f, f, eingelegt, die man Gabeln oder auch Brillen nennt; sie haben auch den Zweck, die Stäbe in gerader Linie aus dem Schneidwerke treten zu lassen und sie zu einem Bündel zu sammeln. Es ist zweckmäßig, die Seiten der Brillen zu verstahlen, damit sie die Reibung der Stäbe besser aushalten können. Die Brillen ruhen auf den Stücken **S**, **S**, **S'**, **S'**, die man Gabeln- oder Brillenträger nennt.

Damit das Eisen genau auf die Schneiden geführt und mit möglichst geringem Verlust gespalten werde, bringt man auf der Einlaßseite Führer an, **g**, **g**, die nur $1\frac{3}{4}$ bis 2 Linien mehr auseinander stehen, als die Stärke der Garnitur beträgt. Diese Führer sind an den Zugstangen l, l angebracht, welche die Brillenträger zusammen und auseinander halten.

Die verschiedenen Theile der Maschine sind in dem Pilarengerüste fest mit einander verbunden; vier Druckschrauben an den oberen Enden der Pilaren halten das System zusammen.

B, **B**, gußeiserne Sohlstücke, welche mit den Platten **D**, **D** aus einem Stücke gegossen worden sind und der untern Spindel als Zapfenlager dienen. Die conischen Theile dieser Sohlstücke sind hohl, um die

unteren Theile der Pilaren **C, C** aufzunehmen. Die Platten sind in andere Platten mit vorstehenden Rändern eingeschoben und darin festgekeilt. Diese Sohlplatten sind, wie die letzterwähnte Figur ebenfalls zeigt, auf einem hölzernen Sohlwerke festgeschraubt, welches dieselbe Einrichtung, wie das für die Walzwerke, hat.

M, M, gußeiserne Muffen, welche bloß zur Erhöhung dienen.

Die Träger **S, S** haben Oeffnungen an den Enden, welche über die Pilaren greifen. Die Träger an der vordern Seite des Schneidwerks **S'**, **S'** haben hufeisenförmige Enden und umfassen die Pilaren, so daß sie, ohne die oberen Stücken abzunehmen, hingelegt und weggenommen werden können.

Die eisernen Zugstangen **I, I**, welche zwischen den Trägern angebracht sind, haben an der Seite, an welcher das Eisen eingeführt wird, einen Kopf in der Form eines **T** und an dem andern Ende eine Oeffnung, durch welche ein Schließkeil gesteckt wird.

F, F, gußeisernes Zapfenlager für die obere Spindel. Es hat dieselbe Form und dieselben Dimensionen wie die Kappe oder der Zapfenlagerdeckel.

h, h, h derselben Figuren, schmiedeeiserne, hufeisenartige Stücke von verschiedener Stärke. Sie sind auch einzeln in Auf- und Grundriß dargestellt und dienen dazu, die Träger **S S** und die Zapfenlager **F, F** nach Erfordern höher zu legen.

G, G, gußeiserne Kappe für die obere armirte Spindel. Die andere Spindel hat keine Kappe.

J, J, Ringe oder Kränze von Guß- oder Schmiedeeisen, je nach der Stärke, welche man ihnen zu geben hat. Sie dienen lediglich zur Erhöhung.

E, E, Schraubenmuttern von Eisen oder besser von Bronze, um die Kappen in ihrer gehörigen Lage zu erhalten und zu verhindern, daß sich die armirten

Spindeln während des Betriebes von einander entfernen.

Spindeln für die Garnituren, die hier aus Gußeisen bestehen, die man aber auch aus Stabeisen macht. **T, T**, Angriffszapfen, durch welche die Spindeln ihre Bewegung erhalten. **c, c**, Zapfen der Spindeln. **R**, feste Scheibe, gegen welche die anderen treten, und welche mit der Spindel aus einem Stücke gegossen worden ist.

Die zwischen den Schneiden angebrachten Gabeln **f, f** werden zwischen den Gabelträgern **S, S** zusammengehalten, zu welchem Ende diese zur Aufnahme der Ausschnitte der Gabeln stumpf zugeschärft sind, wie man bei **m, n, m¹, n¹** sieht. Es müssen daher diese Stücke etwas schwächer als die Mittelscheiben sein, und sie dienen dazu, um die zerschnittenen Stäbe aus dem Schneidwerke zu bringen und ihr Umwickeln um die Schneiden zu verhindern.

Die eisernen Führer sind durch Schraubenbolzen mit versenktem Kopf mit den Riegeln **J, J** verbunden.

Von den Schneiden.

Wie schon weiter oben bemerkt, so bestehen die Schneiden aus Eisen und sind an der Peripherie verstahlt. Der Stahl muß auf die convexe Oberfläche geschweißt werden und nicht auf die Grundflächen der Schneiden, denn wenn der Stahl dieselben nicht wie ein Radreif umgäbe, so würde er sich loslösen. Die Schneiden müssen recht eben sein, eine gleiche Stärke haben und auf der Peripherie abgedreht sein, damit sie gleiche Durchmesser und recht scharfe Kanten bekommen. Man macht sie kirschroth, härtet sie dann und läßt sie lichtblau anlaufen.

Der Durchmesser der untern und obern Schneiden ist derselbe, er kann 10 bis 15 Zoll betragen,

bleibt aber bei einer Maschine stets derselbe. Es ist zweckmäßig, die Schneiden so groß als möglich zu machen, indem das Eisen gerader heraustritt und die Arbeit schneller geht; allein große Schneiden sind schwer anzufertigen, erfordern bedeutende Triebkräfte und verziehen oder verwerfen sich.

Die Mittelscheiben haben einen geringeren Durchmesser als die Schneiden.

Die Dicke der Schneiden und Mittelscheiben eines Paares von armirten Spindeln ist sich und der Breite des darzustellenden Schneideisens gleich.

Gewöhnlich ist die Zahl der Schneiden eines Schneidwerks ungleich, die gleiche Zahl wird entweder auf der obern oder auf der untern Spindel angebracht, vorzugsweise auf der obern. Bei dieser Einrichtung ist die Anzahl der Stäbe, welche eine Platine giebt, auch ungleich und gleich der Summe der Schneiden beider Spindeln weniger zwei.

Die Anzahl der Schneiden der *armirten* Spindeln hängt von den Dimensionen der anzufertigenden Stäbe ab und ist um so größer, je schmäler diese sein sollen. Schneiden von 4, 5 bis 6, 6 bis 7, 7 bis 10, 10 bis 12 rhein. Linien Breite können resp. 13 oder 11, 9, 7, 5 und 3 Stäbe schneiden.

Alle armirte Spindeln oder Garnituren müssen gleiche Breite haben, z. B. 36 Pariser Linien, damit man nicht verschiedene Streckwalzen zu der Anfertigung der zu schneidenden Platinen anzuwenden braucht. Gewöhnlich hat man zwei Paar glatte Walzen mit einem breiten Caliber und trifft solche Einrichtungen, daß die Platinen eine Breite von 36 Linien mittelst dieses letzten Kalibers erlangen.

Der Betrieb der Schneidwerke ist einfach. Das Materialeisen oder die Platinen werden weißglühend gemacht, darauf unter dem Streckwerke zu der verlangten Stärke ausgestreckt, und dann sofort

unter das Schneidwerk gebracht und zerspalten. So wie die zerspaltenen Stäbchen zwischen den Schneiden zum Vorschein kommen, müssen sie mit einem Haken aufgefangen und zusammengehalten werden. Man schlägt hierauf die Ruthen mit einem Handhammer gerade, sondert die unganzen ab und bindet sie in Bunde. Die Länge der Ruthen beträgt 6 bis 7 Fuß. Die wöchentliche Production eines Schneidwerks beträgt 7 bis 800 Centner.

Das Glühen des Materialeisens geschieht entweder in Flammöfen oder in Glühöfen auf Kohlen. Die Erstern müssen keinen starken Zug und daher eine geringe Rostfläche und eine enge Fuchsöffnung haben. Um den Hitzgrad bei dickern und dünnern Stäben bestimmen zu können, wendet man eiserne Schieber an, um den Fuchs mehr oder weniger verengen oder auch wohl gänzlich verschließen zu können. Letzteres geschieht, wenn die schon warmen Stäbe in der Glühhitze erhalten werden sollen. Die Arbeitsthür liegt am zweckmäßigsten dem Roste gegenüber; das Gewölbe muß, besonders bei Holzfeuerung, möglichst niedrig sein. Die Oeffnung für den Fuchs wird so nahe als möglich an der Arbeitsseite angebracht, damit die Flamme über den ganzen Heerd streichen könne, und zwar sind die Oeffnungen zu beiden Seiten der Arbeitsthür vorhanden, um die Flamme recht gleichförmig vertheilen zu können. Häufig leitet man den Fuchs auch noch um das Gewölbe oder um die Seitenstöße des Ofens, um die Hitze besser zu benutzen. Die Stäbe liegen auf gemauerten oder eisernen, 3 Zoll hohen Böcken, die 12 Zoll auseinander liegen.

Man legt so viel Stäbe auf einmal in den glühenden Ofen neben einander, als unter dem Schneidewerke demnächst rasch verarbeitet werden können, was durch Erfahrung bestimmt werden muß. An-

fangs wird bei erforderlicher Fuchsöffnung das Eisen schnell schwach weißglühend gemacht, und dann werden der Fuchs und der Aschenfall verschlossen, und die Stäbe nach einander herausgenommen, ausgestreckt und zerschnitten. Sind alle Stäbe verarbeitet, so werden neue eingelegt, und das Schneidwerk pausirt nun, bis daß jene warm geworden sind, während welcher Zeit die fertigen Stäbe durchgesehen und sortirt werden. — Einfacher ist die Arbeit in den Glühöfen, indem nach erfolgtem Abflammen der Steinkohlen jedesmal so viel Materialeisen auf die glühenden Kohlen gebracht wird, als sich, ohne nachzufeuern, auf einmal ausrecken und zerschneiden läßt.

Rothbrüchiges Eisen kann unter dem Schneidwerke nicht verarbeitet werden, wohl aber kaltbrüchiges, wenn es die Eigenschaft nicht im hohen Grade besitzt, weil es sich in der Hitze leicht verarbeiten und zu Nägeln recht gut brauchen läßt.

Der Eisenabgang beträgt, *je nach dem mehr* oder minder vollkommeneren Betriebe, 3 bis 6 Procent; der Steinkohlenverbrauch auf 100 Pfund Schneideisen 0,5 bis 0,66 Kubikfuß.

Die Blechfabrication.

Um das Eisen in der Richtung seiner Länge und zugleich in der Breite auszudehnen, oder um es in Blech zu verwandeln, muß man es glühend durch ein Hammer= oder Walzwerk ausbreiten und das Glühen und Ausbreiten so lange wiederholen, bis daß es die erforderliche Stärke erlangt hat. Die Anzahl der auf einmal behandelten Blechtafeln hängt von der Wirksamkeit und Construction der Maschine, von der Glühvorrichtung und von den hergebrachten Gewohnheiten ab.

Das Blech erhält nach der Verschiedenheit des Gebrauchs verschiedene Dimensionen. Man pflegt die Bereitung der größeren Bleche von der der kleineren zu trennen, theils weil es bequemer und vortheilhafter ist, theils weil die kleineren Bleche gewöhnlich verzinnt und, zur Unterscheidung von den unverzinnt bleibenden oder Schwarzblechen, Weißblech genannt werden. Man unterscheidet daher die Schwarz- und die Weißblechfabrication, obwohl die Bereitung beider Blecharten bis auf unbedeutende Abweichungen dieselbe ist, nur daß die größeren Bleche natürlich größere Glühanstalten und schwerere Hämmer und größere Walzwerke voraussetzen.

Gutes Blech muß überall gleich stark sein und vollkommen glatte Flächen haben; Beulen, Runzeln und Schiefern schaden nicht allein dem Ansehen, sondern sind auch bei der Verarbeitung des Blechs nachtheilig. Außerdem muß sich ein gutes Blech oft hin und her biegen lassen, ohne zu brechen; aber so wie das beste Eisen spröde wird, wenn man es kalt bearbeitet, so muß die Sprödigkeit durch Ausglühen gehoben werden.

Das zur Blechfabrication anzuwendende Eisen muß möglichst weich und dehnbar sein; roth- und kaltbrüchiges, sowie faulbrüchiges, oder mürbes Stabeisen lassen sich gar nicht dazu benutzen. Das zähe und zugleich weiche Eisen läßt sich zu den dünnsten Blechen ausstrecken, weil es am wenigsten spröde wird und die Bearbeitung bei abnehmender Temperatur am längsten aushält. Das zähe und zugleich harte Eisen würde dem weichen nicht nachstehen, wenn es nicht öfters geglüht werden müßte, wodurch die Arbeit verzögert und der Abbrand vergrößert wird.

Das zur Blechfabrication anzuwendende Materialeisen muß flach und beim Auswalzen des Blechs nicht zu dick sein, weil man sonst die Walzen zu sehr

angreifen und sie zu oft stellen müßte. Aber auch beim Ausschmieden des Blechs ist möglichst dünnes Materialeisen vortheilhaft, weil dadurch die Arbeit abgekürzt wird. Die Dimensionen des Materialeisens sind übrigens nach denen des darzustellenden Blechs verschieden. — Mit dem Verhauen der Stäbe wird bei jeder Blechfabrication, sie geschehe unter Hammer- oder unter Walzwerken, der Anfang gemacht; jedes Ende giebt gewöhnlich zwei Blechtafeln, wenn diese nicht sehr groß oder sehr stark sein müssen. Bei der Anfertigung des Blechs erhalten die Stäbe oder Stürze fast die doppelte Länge eines Blechs, indem der Blechschmied das Eisen vorzüglich nur ausbreiten muß; denn je weniger das Eisen beim Ausbreiten zugleich ausgereckt wird, desto besser und schöner fallen die Bleche aus. Beim Walzen läßt sich das Ausrecken nach allen Dimensionen gar nicht verhüten, obwohl man das Eisen ebenfalls nur in der einen auszuwalzen suchen muß. Die auszuwalzenden Stürze müssen genau so lang sein, als das Blech breit werden soll, denn in der Breite dehnen sie sich alsdann nur wenig aus. — Bei einerlei Sorten von Blechen und bei gleichbleibenden Dimensionen des Materialeisens bekommen die Arbeiter sehr bald eine Uebung, die Länge der abzuhauenden Stäbe zu bestimmen. Feinere Bleche erfordern dünnere Stürze, und man sollte mit den Dimensionen der Breite weniger veränderlich sein, als es der Fall ist, damit sich nur die Dicke des Eisens für die stärkern oder feinern Bleche ändern möge, die Breite aber in jedem Falle so groß als möglich bleibe. — Das Verhauen der Stäbe geschieht entweder vermittelst eines Setzeisens unter dem Hammer, oder durch große eiserne und verstahlte Scheeren, welche wir weiter oben kennen gelernt haben, und die durch eine einfache Maschinerie in Bewegung gesetzt werden. Im erstern Falle müssen die Stäbe an

den durchzuhauenden Puncten rothglühend gemacht werden, im letztern Falle ist dies nur bei starken und dicken Eisensorten nöthig. Gewöhnlich werden auch die noch warm aus den calibrirten oder glatten Walzen kommenden Stürze sogleich zur Scheere gebracht und zerschnitten.

Das Glühen der Stürze und Bleche geschieht entweder in einem gewöhnlichen Heerde oder in Glühöfen. Das Glühen im Heerde ist eine sehr unvollkommene und viele Kohle erfordernde Methode, wobei die Bleche auch häufig sehr leiden. Man legt die Stürze und Bleche auf Brechstangen quer über den Heerd, beschüttet sie von allen Seiten unten und oben mit Kohlen und facht die Hitze unter den Stürzen und Blechen durch den langsamen Gang des Gebläses an. Die noch nicht ausgereckten Stürze werden auf gewöhnliche Art, mit Zusatz von etwas Garschlacke, im Heerde gewärmt, und den dabei entstehenden Schwahl benutzt man gewöhnlich beim Einschmelzen der Abschnitzel, welches bei dieser alten Methode noch mit der Blechfabrication verbunden ist.

Bei der Anfertigung der Bleche unter dem Hammer kann ein Glühofen natürlich die Dienste nicht leisten, wie bei der Anwendung der Walzwerke, weil der langsame Gang des Hammers mit dem Effect des Glühofens nicht im Verhältniß steht. Indeß ist ein gut eingerichteter Glühofen in jedem Fall sehr vortheilhaft. — Am unzweckmäßigsten ist die Construction des Glühofens, nach welcher derselbe nur aus einem gewölbten Heerde besteht, in welchem die Bleche bei Steinkohlen auf eisernen oder gemauerten Böcken geglüht werden, obgleich auch dadurch schon eine Ersparung an Kohlen gegen das Glühen auf dem Heerde bewirkt wird.

Die Blechglühöfen (Flammöfen), in denen die Feuerung bei Steinkohlen, Holz oder Torf geschieht,

haben eben die Construction als die Glühöfen zum Glühen der Stäbe bei Anfertigung des geschnittenen Eisens in den Walz= und Schneidwerken, nur daß sie etwas breiter sein müssen. Den untern Rand der Fuchsöffnung legt man, wie gewöhnlich bei allen Flammöfen geschehen müßte, in gleiche Höhe mit der Heerdsohle, damit die Flamme die Bleche gehörig erwärmen könne. Ueberhaupt muß das Gewölbe des Ofens möglichst niedrig sein, um die Hitze nicht zu zerstreuen. Dagegen wird der Feuerbrücke eine Höhe von 6 bis 8 Zoll zugetheilt, damit die Flamme nicht unmittelbar auf die Bleche wirken könne, sondern diese nur durch die Gluth des Ofens oder durch die strahlende Wärme in Hitze kommen. Der Fuchs ist mit einem Schieber, oder die Esse mit einer Klappe (welche billig bei keinem Flammofen fehlen muß) zu versehen, um die Hitze im Ofen abstimmen und die Flamme beim Oeffnen der Arbeitsthüre ganz ableiten zu können. Am besten sind die Glühöfen eingerichtet, bei denen die Arbeitsthüre dem Roste gegenüber liegt, so daß die Flamme beim Oeffnen der Thüre aus derselben herausschlägt und der äußern Luft den Eintritt erschwert. Die Bleche oder Stürze müssen dann zunächst der Feuerbrücke liegen, damit sie von dem Luftstrome nicht so leicht getroffen werden. (S. Fig. 109 und 110.)

Werden starke Bleche, z. B. zu Dampfmaschinenkesseln, angefertigt, so reicht man mit Glühöfen allein nicht aus, sondern es ist dann auch ein Schweißofen für die erste Behandlung des Materialeisens erforderlich, indem der Sturz fast immer durch Zusammenschweißen und gleichzeitiges Raffiniren von mehreren starken Eisenmassen bereitet werden muß. Der Schweißofen hat die gewöhnliche Einrichtung Fig. 105 und 106.

Beim Einsetzen der schon fast fertigen Bleche muß ein sehr rasches Feuer gegeben werden, um das Ansetzen des Glühspans möglichst zu verhüten. Die Menge des einzusetzenden Materials sollte eigentlich nicht größer sein, als ohne zu große Abkühlung des Eisens unter dem Hammer- oder Walzwerk bei fast verschlossenem Schürloch, Aschenfall und Fuchs und bei von Zeit zu Zeit geöffneter Arbeitsthür verarbeitet werden kann. Bei dem langsamen Gange des Hammerwerks läßt sich dies aber nicht erzwingen, und man muß daher immer nachfeuern, um die Stürze oder Bleche in Hitze zu erhalten, wodurch die Güte der Bleche natürlich leiden und ein großer Brennmaterialienaufwand veranlaßt werden muß. Bei Walzwerken sollte man billig, um durch die Pausen der Glühzeit nicht zu viel Zeit zu verlieren, immer zwei Glühöfen in Betrieb haben und sich nicht mit dem Nachfeuern helfen, wodurch — besonders bei Weißblechen — die Güte und Schönheit derselben ungemein leidet, indem die Entstehung von häufigem Glühspan dann nicht zu vermeiden ist.

Auf mehreren Blechhütten wendet man keine Flammöfen, sondern Gewölbe mit einem Rost an, welche unter einem Feuermantel stehen. Die Construction derselben ist eben so wie die der Oefen bei den Schneidwerken. Die Platinen, Stürze oder Bleche liegen unmittelbar auf den glühenden Steinkohlen, die man erst abflammen läßt, ehe das Materialeisen eingetragen wird. Es ist einleuchtend, daß dabei viel weniger Brennmaterial, als bei den Flammöfen verbraucht wird, auch können die Bleche eben so gut, als in gut construirten Flammöfen darin ausfallen, bei denen der Aufwand an Brennmaterial um so größer ist, je mehr die Bleche gegen den Zutritt der Luft geschützt werden und je besser daher dieselben ausfallen. Das Kohlenbett, auf welches Stürze oder

Bleche gelegt werden sollen, muß jedoch mit großer Sorgfalt bereitet werden, und dennoch ist es gar nicht zu vermeiden, daß die unzersetzte Luft durch die Zwischenräume des Rostes bricht und an einzelnen Stellen des Blechs eine starke Glühspanerzeugung, ja selbst ein gänzliches Verbrennen der untersten Tafel von einem Paket veranlaßt. Diese großen Nachtheile hat nun freilich die Anwendung von Flammöfen nicht, weßhalb diese, sobald sie richtig construirt sind und ein größerer Brennmaterialienaufwand nicht so besonders berücksichtigt zu werden braucht, dennoch den Vorzug verdienen.

Die zu glühenden Bleche im Glühofen mit Kohlenstaub oder Coaksstaub zu bewerfen, ist nicht nachtheilig und in manchen Fällen, besonders wo das Nachfeuern stattfindet, sehr zu empfehlen.

Von der ältern Art der Bereitung der Bleche, unter Hämmern, reden wir hier nicht, da sie nur an sehr wenigen Orten noch üblich ist, sondern wir betrachten hier nur die Blechfabrication unter Walzwerken.

Die Dimensionen der Bleche haben nur in sofern einen Einfluß auf die Construction und die Art der Betriebsvorrichtungen, als man sich zu den größern und stärkern Blechen auch größerer und stärkerer Walzwerke bedient, als bei der Darstellung von sehr schweren Maschinenblechen noch Schweißöfen erforderlich sind. Die Walzwerke für die größern (Sturzbleche, Schwarzbleche) und für die kleinern Bleche (Weißbleche, Dünneisen) haben genau dieselbe Einrichtung und unterscheiden sich nur durch die Dimensionen, indem man, wenn es die Absicht ist, Bleche von kleinen Dimensionen anzufertigen, den Walzen — deren Preis mit dem zunehmenden Gewichte bedeutend steigt — keine größere Länge giebt, als die Größe der Bleche es nothwendig macht.

Die Gerüste der Blechwalzwerke stimmen mit denen der Stabeisenwalzwerke überein, nur bedient man sich bei den letztern nur der Ständer- und bei erstern auch der Pilargerüste. Diese letztern bestehen aus vier, gewöhnlich schmiedeeisernen Pilaren oder Säulen, welche in starke eiserne Sohlplatten eingelassen werden und darin unverrückbar befestigt sind. Zwischen zwei und zwei von diesen Pilaren werden die Walzenlager eingeschoben, auf denen sich die Walzen mit ihren Zapfen umdrehen. Oben werden die zusammengehörenden beiden Pilaren durch starke gußeiserne Sättel (Kappen) zusammengehalten. Die beiden Pilarenpaare müssen verschiebbar sein, um dieselben einander zu nähern, oder von einander entfernen und verschieden lange Walzen einlegen zu können. Die Pilarengerüste gestatten ein schnelleres und bequemeres Stellen der Walzen, als die Ständergerüste, und das ist besonders der Grund, warum man sie bei der Blechwalzarbeit noch anwendet. Neuerlich hat man jedoch bei Ständergerüsten das Stellen der Walzen durch Keile eingeführt, wodurch ebenfalls Schnelligkeit und Leichtigkeit bei dieser Operation erreicht wird. Ein schnelles und bequemes Stellen der Walzen ist für die Blechfabrication von Wichtigkeit, indem die obere Walze fast nach jedem Durchgange der Blechstürze durch die Walzen so festgestellt werden muß, daß sie sich von der untern, stets in derselben Lage bleibenden Walze weniger entfernen kann, oder daß sie weniger hoch gehoben wird.

Die Blechwalzwerke haben immer nur zwei Walzen, theils weil sie zu schwer sind, theils weil die gleichzeitige Stellung der mittlern zur obern Walze unausführbar sein würde. Da sie eine weit größere Kraft ausüben müssen, als die Stabeisenwalzen, so müssen die Gerüste stärker und dauerhafter construirt sein. Wir ersehen dies aus der Fig. 82, welche die

Vorderansicht eines Blechwalzwerks von gewöhnlicher Größe für die Schwarzblechfabrication darstellt.

Besonders wichtig ist es, bei den Blechwalzwerken solche Einrichtungen zu treffen, daß die Ständer oder die Pilaren bequem und sicher weiter von einander entfernt, oder näher an einander gerückt werden können, um längere oder kürzere Walzen einzulegen, wenn breitere oder schmälere Bleche angefertigt werden sollen.

Die Stellung der obern Walze wird bei den Ständergerüsten entweder durch Schrauben, wie in Fig. 82, oder durch Keile bewerkstelligt. Bei der erstern Einrichtung müssen immer die beiden Schrauben gleichzeitig und gleich stark angezogen werden, damit die obere Walze beim Durchgehen der Bleche durch die Walzen eine horizontale Lage behalte. Weil aber dabei viel Aufmerksamkeit erforderlich ist, so erleichtert man das Stellen dadurch, daß man die Schlüssel beider Schrauben mittelst einer eisernen Stange mit einander verbindet, so daß die Stellung durch das Fortschieben der Verbindungsstange bewirkt werden kann. Indeß ist dies Verfahren auch wenig zulässig und bei einer gewissen Stellung der Schraubenschlüssel kaum ausführbar. Bei der Keilstellung wird die Bewegung beider Keile, nämlich der Druck der schiefen Ebene, welche die Keile bilden, auf die beiden obern Lager der obern Walze gleichzeitig und in gleicher Art hervorgebracht, welches ein wesentlicher Vorzug der Keilstellung ist.

Bei den Ständergerüsten erfolgt der Druck der Schraube oder der schiefen Ebene des Keils immer nur in der Mitte des obern Lagers der obern Walze; wogegen bei den Pilarengerüsten die Stellung durch vier Schrauben geschieht, weßhalb sie an diesen, wenn sie sorgfältig ausgeführt sind, genauer erfolgt. Die Schraubenschlüssel von je zwei Schrauben sind bei

diesen, zur Erleichterung des Stellens der Walzen, ebenfalls verbunden.

Bei manchen Ständergerüsten mit Schraubenstellung drückt die Schraube nicht unmittelbar auf das Lager der obern Walze, sondern auf ein zwischen beide eingeschobenes Stück Gußeisen mit niedrigen Füßen, welches man die Brechbank nennt. Dieselbe, welche auch bei allen andern Walzwerken angebracht werden kann, hat den Zweck, daß sie bei einer Unvorsichtigkeit der Arbeiter eher zerbricht, ohne den Walzenzapfen dieser Gefahr auszusetzen. Man legt auch solche Gußeisenstücke zwischen die Schraube und das obere Lager, wenn die Walzen durch Abnutzung und Nachdrehen dünner geworden sind, oder wenn Walzen von geringerem Durchmesser in solche Gerüste gelegt werden.

Jedes Blechwalzwerk besteht gewöhnlich aus zwei Gerüsten, von denen das eine zur Vorbereitung der Stürze, oder zum ersten Ausstrecken des Materialeisens, und das zweite zum Fertigmachen der Bleche dient. Obgleich die Walzen in beiden Gerüsten gleiche Umlaufsgeschwindigkeit erhalten, so giebt man den Vorbereitungswalzen doch in der Regel einen geringern Durchmesser (14 bis 15 Zoll) als den Vollendungswalzen (16 bis 17 Zoll), so daß die Peripheriegeschwindigkeit der letztern größer ist, die erstern aber dagegen stärker strecken und dadurch die Arbeit befördern. — Ein 25- bis 35maliger Umlauf der Walzen ist zweckmäßig. Die Länge der Walzen hängt von der Breite der Bleche ab und beträgt, wegen Beschneidung der letztern, immer 3 bis 4 Zoll mehr als die der beschnittenen Bleche; sie beträgt bei der Anfertigung der kleinern, zum Verzinnen bestimmten Bleche gewöhnlich nur 24 Zoll, zur Anfertigung des gewöhnlichen Schwarzblechs 3½ bis 4 Fuß, steigt aber auch bis 8 Fuß. Die Vollendungswalzen müssen

Hartwalzen sein, besonders bei Anfertigung der zum Verzinnen bestimmten Bleche.

Die Muttern bei den Gerüsten bestehen aus Messing, oder Rothguß. Die Schrauben haben bei kleinern Gerüsten 4 und bei größern 5 bis 5½ Zoll im Durchmesser; sie dürfen durchaus keine steilen Gewinde haben, weil diese keine genaue Stellung zulassen. — Bei kleinern Walzwerken wird die obere Walze beim jedesmaligen Durchgehen der Stürze oder Bleche gehoben und fällt nach erfolgtem Durchgange mit ihrem ganzen Gewicht auf die untere zurück. Die obern Lager bestimmen die Erhebung der obern Walze über die unteren, und deren Stellung wird durch die Schrauben bestimmt. Auch ist es nicht erforderlich, daß die untere Walze mit der obern durch Antriebe verkuppelt sein, indem die Bewegung von dieser durch die Friction bewirkt wird, welche die Stürze oder Bleche zwischen den Oberflächen beider Walzen veranlassen. Bei großen und schweren Walzen würde aber das jedesmalige Herunterfallen der obern auf die untern Walzen Erschütterungen und Brüche veranlassen, weßhalb dem Gewichte der obern Walze entgegengewirkt werden muß.

Dadurch wird die obere Walze gehoben und ihr Herabfallen auf die untere verhindert. — Jedoch wird durch solche Vorrichtungen die Wirksamkeit des Druckes der Walze, welcher bei schweren nicht unbedeutend ist, vermindert und die Construction des Walzengerüstes sehr zusammengesetzt. Die obere Walze muß dann auch mit der untern durch Getriebe verkuppelt werden.

Die Stürze müssen so lang als möglich bei einer Hitze ausgezogen werden, weil die noch nicht zusammengeschlagenen Stäbe die stärkste Hitze vertragen können, und weil es überhaupt vortheilhaft ist, das Eisen bei einer Hitze so viel als möglich auszudehnen. Gewöhnlich befolgt man diese Regel aber nicht, sondern

läßt die Stürze zu dick und walzt sie erst später dünner aus. Häufig wird man hierzu dadurch gezwungen, daß die Stürze zu schnell kalt werden, welches eine Folge der fehlerhaften Anordnung beim Glühen ist, indem durchaus zwei Glühöfen zu einem Walzwerke gehören, um das Nachfeuern bei dem Ausarbeiten zu vermeiden und die Stürze doch warm genug zu erhalten. Die Stürze gehörig zu erwärmen, ist die Sache des Feuermannes, welcher die erwärmten Stürze einzeln an den ersten Walzarbeiter abgiebt. Dieser streckt sie nach der Richtung der Breite, d. h. die Länge parallel der Oberfläche der beiden Walzen, durch dieselben; auf der andern Seite nimmt ein zweiter Walzarbeiter die Stürze in Empfang und giebt sie dem ersten wieder zurück, der sie abermals und noch gewöhnlich ein drittes und viertes Mal durch die Walze gehen läßt, welche er jedesmal enger zusammenschraubt.

Um das bei großen und schweren Blechen sehr schwierige Durchstecken von einer Seite der Walzen zur andern und das Abnehmen zu erleichtern, werden Träger (Tische, Böcke) an beiden Seiten des Walzwerks, in der Höhe der untern Walze, dergestalt angebracht, daß sie beim Durchführen der Stürze und Bleche als eine Unterlage für diese dienen und auf der andern Seite das Abnehmen unterstützen. Bei schweren Maschinenblechen müssen auch noch besondere Vorkehrungen zum Zurückgeben der schweren Masse getroffen werden. (Abbildungen in Fig. 12—14, Taf. LXIII., von Karsten's Eisenhüttenkunde.)

Haben die Stürze die gehörige Länge erreicht, so werden sie beim letzten Durchgehen durch die Walzen von dem zweiten Walzarbeiter zur Hälfte gebogen und zusammengeschlagen, wenn sie nicht so groß sind, daß man nur ein einzelnes Blech daraus machen kann, welches in den meisten Fällen am rathsamsten ist.

Um die Arbeit durch das Biegen und Zusammenschlagen nicht aufzuhalten, stehen gewöhnlich drei Arbeiter beim Walzwerke, von denen zwei die Stürze abwechselnd in Empfang nehmen und dem ersten Arbeiter zurückgeben, oder sie zusammenschlagen und weglegen.

Die Stürze werden in Hahnenbrei getaucht, oft zwei= auch dreifach ineinander gesteckt, und dann geht die zweite Bearbeitung unter den Schlichtwalzen vor sich. Auch hier sollte der Glühofen nicht vollgepackt, sondern immer zwei Oefen im Betriebe sein. Das Zusammenlegen der Stürze oder das Doppeln ist nur bei kleinern Blechen, bei diesen aber auch zweckmäßig, weil die Arbeit dadurch gefördert wird.

Ehe ein Sturz durch die Walzen gelassen wird, muß jedesmal der Glühspan abgeschlagen werden; dennoch drückt er sich sehr tief in die Bleche ein und ist nur schwer wegzubringen. Deßhalb sollte man auch bemüht sein, das Eisen so kurze Zeit als möglich im Glühofen zu lassen und es so heiß als möglich zu strecken, ehe man es doppelt, um es weniger oft in den Glühofen bringen zu dürfen.

Bei den doppelten Stürzen wird das Saumende zuerst zwischen die Walzen gebracht, und die Ausdehnung geschieht dann überhaupt nur noch nach der Richtung der Länge. Gleich zuerst pflegt man den Stürzen die erforderliche Breite mehrentheils schon zu geben, indem man die verhauenen Stäbe mit ihren langen Seiten durch die Walzen gehen und sich mehr nach der Richtung der Breite ausdehnen läßt. — Wo das Doppeln der Stürze stattfindet, sollte man nicht zu schnell dazu schreiten, um das Zusammenschweißen zu vermeiden und eine größere Hitze anwenden zu können.

Wenn die Arbeit gut geht, so müssen aus 100 Centnern Blechstäbe 72 bis 80 Centner Blech und

höchstens 22 bis 27 Centner Abschnitzel und kurze Enden erfolgen, so daß der wirkliche Abbrand 2 bis 3 Procent beträgt. Zu 100 preuß. Pfunden fertiger Bleche kann man 2 Berliner Scheffel Steinkohlen rechnen. An lufttrocknem Kiefern- und Fichtenholz werden zu 100 Pfunden fertiger Bleche etwa 8 bis 9 Cubikfuß verbraucht. Bei der Anfertigung von Maschinenblechen, sowie bei den kleinern Blechen oder dem sogenannten Dünneisen zum Verzinnen, ist jedoch der Eisenverlust und Brennmaterialien-Aufwand weit bedeutender.

Die Schwarz- oder Sturzbleche werden gewöhnlich nach Ordinair-, Mittel-, Fein- und Ausschuß-Blechen sortirt. Die größere oder geringere Feinheit der Bleche, nämlich die Anzahl der Tafeln, welche bei einer gewissen Dimension auf den Centner gehen, giebt hierbei die Bestimmung. Die Ausschußbleche haben Fehler und sind entweder beulig oder schiefrig, oder ungleich im Eisen. Man packt die Schwarzbleche in ganze und halbe Centnergebinde. Modellbleche werden alle Bleche genannt, die nicht nach den gewöhnlichen landesüblichen Maßen angefertigt sind, sondern nach eigenen Dimensionen besonders bestellt werden müssen.

Um den feinen Blechen, die zu einem höhern Preise verkauft werden, ein schöneres Ansehen zu geben, werden die fertig gewalzten und beschnittenen Bleche in die Form $\wedge$ gebogen, 4 bis 5 Minuten in eine aus 1 Gewichtstheil Salzsäure und 3 Gewichtstheilen Wasser bestehende Beize getaucht, dann in den rothglühenden Beizofen gestellt, aus demselben herausgenommen, sobald der Glühspan abgesprungen ist, darauf auf einem Amboß gerade geschlagen und endlich zwischen glatten und schalenharten Walzen gewalzt, so daß sie gleichsam polirte Oberflächen erhal-

ten. — Auf solche Weise behandelt man in England die zu verzinnenden Bleche.

Die Anfertigung von starken und schweren Maschinenblechen erfordert Vorbereitungsarbeiten zur Anschaffung des Materials, woraus die Bleche, von oft sehr bedeutendem Gewichte, dargestellt werden können. Die Heerdfrischerei liefert Luppen, deren Größe und Gewicht nach Maßgabe des Gewichts des Blechs eingerichtet werden können. Die zu einem Bleche bestimmte Luppe wird unter einem möglichst schweren Hammer gezängt und zu einer dicken, scheibenartigen Masse ausgebreitet, ohne sie zu Schirbeln und Kolben zu zerhauen. Dieselbe wird darauf im Schweißofen ausgeschweißt und unter dem Walzwerke weiter bearbeitet. Um sicher zu sein, ein recht gutes Eisen darstellen zu können, legt man mehrere solche unter dem Hammer bearbeitete Scheiben über einander, bringt sie in den Schweißofen, schweißt sie dann unter den Blechwalzen zusammen und streckt sie demnächst weiter aus. Es ist dies eine Art Raffinirarbeit größerer Eisenmassen unter Blechwalzen.

Will man beim Puddelfrischen starke und große Bleche darstellen, so bildet man von großen Luppen, welche unter dem Stirnhammer eine flache, scheibenartige Gestalt erhalten haben, und von Stabeisen (besonders Bruchеisen), welchem unter dem Stirnhammer dieselbe Gestalt ertheilt worden ist, Pakete. Die Pakete werden wie gewöhnlich raffinirt, d. h. schweißwarm gemacht, unter dem Hammer zusammengeschweißt und sofort unter dem Blechwalzwerke weiter bearbeitet.

Die Stahlfabrication.

Man unterscheidet bei dem Stahle: Rohstahl, Cementstahl, Gußstahl und Gerbstahl. Der Rohstahl wird unmittelbar im Frischheerde erzeugt, und man macht dabei mehrere Unterabtheilungen, denen theils die Verschiedenheit der Frischmanipulation und des verwendeten Roheisens, theils die Verschiedenheit der Stahlqualität bei ein und derselben Erzeugungsmethode zu Grunde gelegt ist. Der Cementstahl wird aus Stabeisen durch anhaltendes Glühen zwischen Holzkohlenklein erzeugt, wobei ebenfalls mehrere Unterabtheilungen nach der Gattung des verwendeten Stabeisens nnd nach dem Grade der erlittenen Veränderung desselben gemacht werden. Der Gußstahl wird am besten aus Cementstahl oder Rohstahl durch Umschmelzen in Tiegeln und darauf erfolgtes Ausgießen, und der Gerbstahl aus denselben Materialien durch mehrmaliges Uebereinanderlegen

einzelner Stäbe, Schweißen und Ausrecken derselben erzeugt; jede dieser Sorten erhält dann gleichfalls mehrere Unterabtheilungen nach Art des verwendeten Materiales, und bei dem Gerbstahl überdies noch nach der Zahl der hierbei angewandten einzelnen Stäbe und den allfälligen Wiederholungen des Verfahrens. Wir haben es hier, vorläufig wenigstens, nur mit dem Rohstahl zu thun, welcher für die Vereinsländer von der größten Wichtigkeit ist, weil besonders in Steyermark und Kärnthen der beste und verhältnißmäßig billigste Rohstahl producirt wird.

Gewöhnlich wird der Rohstahl zu viereckigen, quadratischen, oder etwas flachen Stäben ausgeschmiedet und in noch rothglühenden Zustande in kaltes Wasser geworfen, um denselben in so gehärtetem Zustande leicht abbrechen und nach dem Bruchansehen sortiren zu können. Bisweilen jedoch wird das Härten, Brechen und Sortiren nach dem Bruchansehen unterlassen; ein im *Allgemeinen nicht* zu empfehlendes Verfahren, weil das Sortiren bloß nach dem Verhalten des Stahles beim Hitzen und Ausschmieden niemals genau sein kann, und man das erhaltene Product doch immer genau kennen lernen soll. Zwar kann das Sortiren nach dem Bruchansehen auch bei dem ungehärteten Stahl geschehen, es macht jedoch mehr Schwierigkeiten und gewährt überdies nicht dieselbe Genauigkeit, wie im gehärteten Zustande. Uebrigens kann man aus dem Bruchansehen des Stahles kaum mehr als dessen Gleichförmigkeit erkennen; seine übrigen Eigenschaften, herbeigeführt durch die Art und Menge der fremden Bestandtheile, wodurch dessen Härte und Festigkeit verschieden modificirt werden können, sind nur durch directe Versuche darauf mit Sicherheit zu ermitteln.

Der wichtigste Bestandtheil des Stahles außer dem Eisen ist die Kohle, weil sonder Zweifel durch

den Kohlegehalt die Stahlnatur bestimmt wird. Zu verschiedenen Zeiten, und namentlich in der neuesten Zeit wieder, hat man die Stahlnatur andern Körpern, am öftesten dem Silicium zugeschrieben; allein so räthselhaft manches Verhalten des Stahles als Kohleneisen zur Stunde noch scheint, so sprechen denn doch zu viele und zu bestimmte Thatsachen für obigen Satz. Der weichste Stahl hat ungefähr 1 Procent Kohle. Mit dem Kohlegehalte wächst die Härte des Stahles, nimmt die Strengflüssigkeit und in gleichem Maße die Schweißbarkeit ab; die härtesten Sorten des Gußstahles sind unschweißbar und nähern sich überhaupt dem weißen Roheisen. Die Härte des Stahles tritt jedoch erst im gehärteten Zustande desselben auffallend hervor, ungehärtet ist er nur wenig härter als Stabeisen. Bei gleichen Kohlegehalte ist der gehärtete Stahl um so härter, je größer die Temperaturdifferenz bei der Härtung war; in demselben Maße nimmt zugleich die Sprödigkeit zu, und deßhalb ist der Stahl in der Regel um so brauchbarer, bei einer je geringern Temperaturdifferenz derselbe die gewünschte Härte anzunehmen vermag. Alle die fremden Körper, welche das Stabeisen gewöhnlich in sich aufgelös't enthält, werden im Stahl ebenfalls getroffen, würden sogar in größerer Menge darin enthalten sein müssen, wenn man zur Stahlerzeugung nicht immer ein etwas reineres Roheisen verwenden möchte, und sie bringen sehr wahrscheinlich alle jene Folgen in diesem hervor, wie bei dem Stabeisen, nur manche weniger auffallend, weil der Stahl im Allgemeinen mehr vorsichtig behandelt wird, als das Stabeisen. Indessen ist es gar wohl möglich, daß mancher fremde Körper im Stahl einen etwas andern Einfluß hat, als im Stabeisen, indem hierbei der größere Kohlegehalt

verschiedene Vermittlungen bewirken kann, worüber unsere Kenntniß noch sehr mangelhaft ist.

Die beim Eisen angeführten Unarten: Rohbruch, Faulbruch, Rothbruch und Kaltbruch, können im Stahl ebenfalls vorkommen. Der Rohbruch ist sehr gewöhnlich bei dem Rohstahle, weßhalb dieser vor seiner Verwendung in den meisten Fällen gegerbt wird, wodurch, wie wir schon beim Eisen gesehen haben, ein nicht zu bedeutender Rohbruch gehoben werden kann. Ueberdies wird der Rohstahl durch das Gerben gleichförmiger gemacht, dadurch den härtesten und sprödesten Theilen mehr Festigkeit, den weichsten mehr Härte und somit dem Ganzen mehr Festigkeit und gleichmäßige Härte ertheilt.

Der eigentliche Faulbruch ist beim Stahle sehr selten, weil einerseits die vollständigere Abscheidung der Frischschlacke schon eine Bedingung des Gelingens der Rohstahlerzeugung ist, und andrerseits ein allenfalls eingemengtes Eisenoxyd bei Erhitzung des Stahles durch den bedeutenden Kohlegehalt desselben reducirt werden müßte; nur bei der an einigen Orten nach der gewöhnlichen Art versuchten Darstellung des Rohstahls im Puddelofen, hat man wirklich faulbrüchigen Rohstahl erhalten, der natürlich völlig unbrauchbar ist. Die Ungänzen, Schalen und Häute, welche beim Rohstahl öfters getroffen werden stammen zum Theil von eingemengtem oxydirten Eisen, und sind insofern zum Faulbruche zu zählen; meistens rühren diese Fehler jedoch von einem schlechten Schweißen und Ganzmachen unter dem Hammer und sind dann anderer Natur. Der Rothbruch ist beim Rohstahl kein gar seltener und ein sehr gefährlicher Feind; es ist daher von Wichtigkeit, ihn vom Rohbruch wohl zu unterscheiden, wozu dieselben Mittel zu gebrauchen sind, die wir beim Stabeisen bereits kennen gelernt haben. Am leichtesten erkennt man einen geringen

Grad des Rothbruchs, wenn man den Stahlstab in der Rothglühhitze zu einer dünnen Schiene ausreckt und dann sogleich in kaltes Wasser wirft. Ist Rothbruch vorhanden, so fühlen sich die Kanten der gehärteten Schiene rauh an, sehen dunkel aus und zeigen unter einem Vergrößerungsglase viele feine Risse, die Glühspan eingeschlossen enthalten; hingegen bei gutem Stahl schälen sich die Kanten rein von allem Glühspan, sehen blank aus und fühlen sich glatt an. Ist man geneigt, diese feinen Kantenrisse für sogenannte Hartschröcke, das ist für Rothbruch, zu halten, so kann man sich auf die obenerwähnte Weise davon leicht überzeugen. Der wahre Kaltbruch endlich wird beim Rohstahl nur selten getroffen werden, weil man das Roheisen aus phosphorhaltigen Erzen nicht leicht zur Stahlerzeugung verwenden wird, und der verbrannte Stahl seine Stahlnatur verloren hat, abgestanden ist; indessen kömmt öfters in der Kälte spröder Stahl vor, entweder als Folge starken Rohbruches, oder kalten Bearbeitens: ob das Eine oder das Andere der Fall, darüber kann man sich nach dem, was beim Eisen für diese Fälle angeführt wurde, leicht Gewißheit verschaffen.

Das Gefüge des Stahles ist immer ein körniges, nur trifft man bei dem Rohstahl oft einzelne Adern von Eisen, die eine faserige Textur haben; solcher unreiner Stahl wird Mock genannt. Man begreift jedoch unter Mock auch jenen Rohstahl, der im Ganzen von weicherer Beschaffenheit ist, ohne an irgend einer Stelle Fasern zu zeigen, und dieser weiche Mock bildet den eigentlichen Uebergang von Stahl zum harten Stabeisen. Das Korn des guten Stahls ist fein, von unbestimmbarer, zackiger Gestalt und matter, nicht sehr lichter Farbe; im gehärteten Zustande ist das Korn von etwas lichterer Farbe und in der Regel noch feinern Ansehens.

Gewöhnlich pflegt man den Stahl für um so besser zu halten, je feiner das Korn erscheint, was jedoch kein ganz verläßliches Kennzeichen ist, weil bei demselben Stahl das Korn um so feiner aussieht, zu je feinern Dimensionen er ausgereckt worden ist, und bei einer je geringern Glühhitze derselbe gehärtet wurde; aber bei gleicher Behandlung deutet ein größeres, lichteres Korn immer auf weichern Stahl, und wenn bei ein und derselben Bruchfläche feines und grobes, mattes und lichtes Korn sich einstellen, so ist dies ein sicherer Beweis von ungleicher Beschaffenheit.

Wie schon angedeutet, geschicht das Sortiren des Stahles am besten im gehärteten Zustande, wie dies auf unsern Stahlhämmern durchwegs üblich ist, indem entweder der ganze ausgeschmiedete Stahlstab, oder nur ein bestimmter Theil desselben im noch glühenden Zustande in einen mit durchlaufendem Wasser gefüllt erhaltenen Trog, den Härtentrog, gegeben wird. Will man genau sortiren, so muß der ganze Stahlstab ins Wasser geworfen werden, weil das Ansehen eines längern Stabes von Rohstahl an verschiedenen Stellen ein sehr verschiedenes sein kann. obschon diese Verschiedenheiten, vermöge des Ausreckens nach Einer Seite hin, im Querbruche nothwendig am meisten concentrirt sein müssen. Uebrigens hat man nicht nöthig, einen durchaus gehärteten Stahlstab, behufs der genauen Sortirung, in sehr kurze Stücke abzubrechen, weil schon das äußere Ansehen einigermaßen Bürge für die innere Beschaffenheit ist. Selbst das Verhalten beim Härten giebt schon manchen Fingerzeig über die Beschaffenheit des Stahls.

Ein Stab harter Rohstahl von nicht zu kleinen Dimensionen, im rothglühenden Zustande plötzlich in's Wasser geworfen, erhält gewöhnlich mehrere feine Sprünge, besonders der Quere nach, bei deren

Entstehung der Stab einen hellern Klang von sich giebt. Gewahrt man demnach dieses Klingen, so ist dieses schon Beweis eines harten, frischen Stahles. An den durch einen solchen Sprung getrennten Flächen erhält der Stahlstab die Anlauffarbe in concentrischen Ringen, was eine Rose und darnach der Stahl selbst Rosenstahl genannt wird. Diese Rosen sind immer Bürgen eines frischen, harten Stahles, aber nicht aller Stahl ohne Rosen ist von weicher Beschaffenheit, denn selbst ein kurzer, an beiden Enden mit Rosen begrenzter Stahlstab hat in der Mitte vielleicht keinen Sprung mehr erhalten und kann somit an keiner neuen Bruchstelle eine Rose zeigen, und doch ist es dieselbe Qualität. Ein gleichartiger Stahlstab wird sich bei der raschen Erkaltung im Wasser auf allen Seiten gleichmäßig zusammenziehen, aber ein an den Seiten ungleich harter, oder eisenschüssiger Stab wird sich ungleich zusammen- und dadurch krumm ziehen, weil Stahl und Eisen sich verschieden ausdehnen und zusammenziehen. Ein guter, reiner Stahlstab, in der entsprechenden Glühhitze ins Wasser geworfen, schüttet den angesetzten Glühspan größtentheils selbst ab, und der noch allenfalls daran haftende läßt sich leicht abreiben, worauf der Stab mit blanker, gleichmäßiger Oberfläche erscheint, wogegen der Glühspan an den weichen eisenschüssigen Stellen fest sitzt und, mit Gewalt abgerieben, streifige oder fleckige Stellen zurückläßt. Wenn es demnach Aufgabe ist, in längern Stäben eine sorgfältige Sortirung vorzunehmen, so müssen die gehärteten Stäbe blank gerieben sein, werden dann an beiden Enden mit Bruchflächen versehen, und das Aussehen ihrer Oberfläche bei der Sortirung mit in Betracht gezogen; ist der Stab an beiden Bruchflächen rein und an der Oberfläche durchaus blank, ohne verschieden gefärbte Streifen, so kann man

völlig versichert sein, daß die Qualität im Innern durchaus von gleicher Reinheit sei. Hat der gehärtete Stahlstab Rosensprünge erhalten, so bricht er natürlich am leichtesten an diesen Stellen; frischer Stahl bricht jedoch an den übrigen Stellen ebenfalls schon bei einem mäßigen Schlage und zwar rasch ab, zeigt gewöhnlich einen etwas muschligen Bruch und stets ein gleiches, nicht zu grobes oder stark glänzendes Korn. Der eisenschüssige Stahl hingegen ist verhältnißmäßig seiner Weichheit schwieriger abzubrechen, läßt sich mit seinen Eisenadern nach dieser Seite oft mehrmals abbiegen, bis er bricht, er hängt gleichsam an den meist sehr zähen Eisenadern; oder, wenn er ohne bestimmte, scharfbegrenzte Eisenadern, nur mehr im Ganzen von weicherer Beschaffenheit ist, so bricht er zwar bei einem entsprechenden starken Schlag ebenfalls plötzlich, aber mit einem Klange ab und zeigt dann ein lichtes, glänzendes, grobes Korn. Man darf jedoch nach der Schwierigkeit beim Bruche des Stahles nicht immer gleich auf dessen Weichheit schließen, sondern muß dabei berücksichtigen, ob der Stab nicht etwa mit zu geringer Temperatur in den Härtentrog gebracht worden ist, sich also nicht mehr vollkommen abhärten konnte, was bei langen Stäben, besonders an dem mit der Zange gehaltenen Ende, öfters geschieht; das Bruchansehen wird sodann Aufschluß geben müssen.

Durch dieses Sortiren des Rohstahls nach dem Bruchansehen, wie schon weiter oben bemerkt, kann offenbar nichts anders bezweckt werden, als ihn nach dem Grade seiner Gleichförmigkeit, seiner Reinheit von eingemengten Eisenpartien, seiner zu weichen Beschaffenheit und seiner mehr oder weniger guten oder schlechten Ausschweißung in einige Abtheilungen zu bringen. Welchen Härtegrad er aber überhaupt anzunehmen fähig ist, welche Festigkeit er dabei be-

sitzt, oder wie er sich in den verschiedenen Temperaturverhältnissen behandeln läßt, und mehrere andere Fragen bezüglich der Qualität des Stahles, können dadurch nicht beantwortet werden. Nothwendiger Weise muß jeder Rohstahl schweißbar sein, aber in welchem Maße, und wie viel er bei wiederholten Schweißungen an Sprödigkeit und Härte verliert und an Festigkeit gewinnt, hängt bei gleichem Schweißverfahren lediglich von der Beschaffenheit des verwendeten Roheisens und dem Frischverfahren ab. Gerade darin zeichnet sich unser guter Rohstahl vor allen übrigen sehr vortheilhaft aus, indem er bei leichter Schweißbarkeit Härte und Festigkeit in einem Grade verbindet und bei dem Gerben so wenig an Härte verliert, wie dies bei keinem andern Stahl getroffen wird, was man ihm im Bruche jedoch nicht ansehen kann. In den verschiedenen Stahlsorten der südlichen Provinzen Oesterreichs sehen wir deutlich, welchen Einfluß die Beschaffenheit des Roheisens oder der Erze auf der einen, und die verschiedenen Frischmethoden auf der andern Seite, auf die Beschaffenheit des Rohstahles haben. Aus allem Spatheisenstein-Roheisen erhält man einen dem Aussehen nach recht schönen Rohstahl, aber nur jener aus den Haupteisenwurzeln hat die vorhin gerühmten Eigenschaften: und ebenso findet eine wesentliche Differenz in der Härte und Gleichartigkeit des Stahles statt, ob er aus demselben Roheisen nach der steyermärkischen oder nach der kärnthnerischen Frischmethode, oder nach Paaler Art erzeugt worden ist. Dieser Umstand, daß in der innern Beschaffenheit des Stahles wesentliche Differenzen vorkommen können, die nach dem äußern Ansehen nicht zu erkennen sind, macht es nothwendig, daß jeder Stahlhammer sorgfältig über seinen Werkscredit wacht; denn in wenigen Han-

delsartikeln sind Verfälschungen so leicht und darum so gewöhnlich, wie bei den Stahlwaaren.

England producirt keinen Rohstahl, dagegen eine große Menge Cementstahl und daraus soviel Guß- und Raffinirstahl, daß es davon sehr viel ausführen kann. In der Rohstahlerzeugung behauptet Oesterreich, besonders durch Steyermark und Kärnthen, den ersten Platz.

Die übrigen Länder des nördlichen und westlichen Europa's, wie Schweden, Rußland, Belgien, Nord- und Westdeutschland und Frankreich produciren theils selbst von jeder Sorte etwas, verkaufen mitunter sogar von ihrer Erzeugung, finden aber trotz der Zollgesetze immer noch Vortheil, einen Theil ihres Stahlbedarfs aus England oder Oesterreich zu beziehen. Dieses Verhältniß ist übrigens weniger durch eine gegenseitige Ueberlegenheit in der Kunst der Stahlerzeugung, als vielmehr durch die *natürlichen* und zum Theile durch die *Handelsverhältnisse* begründet, obschon auch dem erstern Umstande nicht aller Einfluß abgesprochen werden kann. Englands enormer Reichthum der vortrefflichsten Steinkohlen, des unübertroffenen feuerfesten Thones, verbunden mit seinem Welthandel, macht es dem englischen Stahlfabricanten möglich, aus schwedischem und russischem Stabeisen nicht bloß zum eigenen Landesbedarf die bessern Sorten des Cement- und Gußstahles zu erzeugen, sondern Schweden und Rußland im Stahlhandel zu überbieten und sogar englischen Gußstahl in diese Länder einzuführen, ungeachtet den schwedischen und russischen Stahlproducenten die englische Stahlbereitung nicht unbekannt ist. Oesterreichs Erzberge in Steyermark und Kärnthen machen es diesem Staate bei den großen Frachtkosten und Grenzzöllen immer noch möglich, einen beträchtlichen Theil seiner Stahlproducte über die Grenze zu schicken, obschon

die industriellen Nachbarn österreichische Stahlfrischer angeworben und ihre eigenen zum Unterrichte nach Oesterreich gesandt haben.

Es ereignet sich zuweilen bei dem Verfrischen des Roheisens zu Stabeisen, daß ein Theil des eingeschmolzenen und dem Windstrom am mehrsten ausgesetzt gewesenen Eisens schon eine ungleich garere Beschaffenheit erhält, als das übrige Eisen. Die Suluschmiede arbeitet sogar absichtlich darauf hin, das eingeschmolzene Eisen theilweise gar zu machen. Dies gare Eisen ist aber oft kein reines, sondern ein mehr oder weniger hartes Stabeisen, oder auch ein wirklicher, wenn gleich sehr ungleichartiger Stahl. Die Frischer nehmen diese Stahlklumpen, welche sich durch ihre röthliche Farbe zu erkennen geben, aber sonst alle Kennzeichen des garen Eisens an sich tragen, zuweilen aus dem Heerde, um sie zum Verstählen ihrer Werkzeuge anzuwenden. Dieser Stahl wird Luppstahl genannt; er ist nur ein zufälliges und eigentlich durch ein Versehen des Arbeiters entstandenes Product im Frischheerde. Soll aber aus Roheisen mit einem großen Kohlegehalt, sowie überhaupt aus Roheisen, welches in dem Frischheerde erst in den tropfbarflüssigen Zustand übergeht, ehe die Abscheidung der Kohle erfolgen kann, absichtlich Stahl und nicht Stabeisen dargestellt werden, so ändert man den Frischproceß dahin ab, daß man das Garwerden des Roheisens durch eine langsame Behandlung unter dem Winde zu bewirken sucht, statt daß man es bei der Stabeisenbereitung stets über und vor dem Windstrome zu halten bemüht ist. Durch diese langsame Behandlung unter dem Winde soll die Kohle im Eisen nach und nach verbrennen, und der Arbeiter soll es in seiner Gewalt behalten, den Proceß in dem Augenblicke zu beendigen, wenn er

glaubt, daß der Stahl die nöthige Gare erhalten hat, welches Gefühl, Erfahrung und Uebung ihm lehren.

Bei der Stabeisenerzeugung würde das Frischen unter dem Winde zu langsam zum Zwecke führen und die Abscheidung der Kohle doch nicht bewirken. Deßhalb muß der Wind das halbflüssige Eisen bei der Stabeisenbereitung unmittelbar ergreifen können, oder das Eisen muß im fast gefrischten Zustande noch einmal vor der Form und vor dem Windstrome niederschmelzen.

Wesentlich von dieser Schmelzstahlbereitung aus rohschmelzendem Eisen ist das Verfahren verschieden, welches bei garschmelzendem, weißem, seines Kohlegehaltes größtentheils schon beraubtem Roheisen angewendet wird. Dies Roheisen gelangt im Heerde nicht in den flüssigen Zustand, sondern der Uebergang in Stahl wird durch das Concentriren der halbgeschmolzenen Roheisenmasse über dem Windstrome bewirkt, und es muß daher als ein schon fertiger Stahl niedergehen. Zwischen der Schmelzstahlbereitung aus solchem Roheisen und zwischen der Steyer'schen Einmalschmelzarbeit findet auch wirklich kein Unterschied statt, und die Beschaffenheit des dargestellten Productes ist theils von dem Kohlegehalt des weißen Roheisens, theils von der Stärke des Windes abhängig, der bei'm Niederschmelzen angewendet wird. — Zur Stabeisenbereitung nimmt man Roheisen, welches schon mehr Kohle verloren hat (luckiges Floß, gebratenes Scheibeneisen); zur Stahlbereitung treibt man die Vorbereitung des Roheisens nicht so weit. Schmelzt man bei schwächerem Winde ein, so erhält man aus demselben Material ein stabeisenartiges Product, welches bei stärkerem Winde wegen des schnellen Niedergehens und der daraus entspringenden unvollkommenen Entkohlung guten Rohstahl giebt. Es kommt also bei dem gar-

schmelzenden Roheisen nur darauf an, dasselbe so lange, als es nöthig ist, über dem Windstrome zu erhalten. Bei dem rohschmelzenden Roheisen ist zu gewissen Perioden ein scharfer Wind erforderlich, um das Roheisen nicht schon halb gefrischt niedergehen zu lassen, und um das im Heerde schon niedergegangene Eisen, welches durch die Einwirkung des Luftstromes an der Oberfläche zur Gare gelangt ist, wieder in einen recht flüssigen Zustand versetzen zu können, damit die Kohle in der ganzen Masse des Eisens möglichst gleichartig vertheilt werde. Das Verdicken des im Heerde eingeschmolzenen Roheisens hat vorzüglich den Zweck, daß es bei abnehmender Temperatur nicht wieder zu grauem Roheisen erstarrt, sondern eine breiartige Masse bildet, die sich bei dem theilweise erfolgenden Erstarren in weißes Roheisen umändert. Das Spiegeleisen, welches unter allen Roheisenarten die leichtflüssigste ist, bedarf zum Verdicken kaum der garen Zuschläge, indem der Windstrom allein schon genügt; allein das leichtflüssige graue Roheisen ist wegen der höhern Temperatur, die es zum Schmelzen erfordert, schon weniger geneigt, sich im Heerde in graues Roheisen umzuändern. Sollte diese Umänderung durch den Windstrom bewirkt werden, so würde viel Eisen verschlackt werden. Deßhalb muß man die Temperatur entweder durch Zusatz von fertigem Stahl oder auch von Stabeisen erniedrigen —, ein Verfahren, bei welchem der Stahl sehr ungleichartig ausfällt —, oder man muß zu der Anwendung garender Zuschläge schreiten, welche mit dem flüssigen Eisen fleißig durchgerührt werden, so daß die Masse vor dem stechenden Winde zum Kochen kommt. Immer aber wird die Rohstahlfrischerei, bei welcher Spiegeleisen oder graues Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen angewendet werden, deßhalb ein unvollkommener Pro-

ceß bleiben, weil der Erfolg ganz allein von der Geschicklichkeit und Uebung der Arbeiter abhängt. Bei dem weißen Roheisen mit geringem Kohlegehalt — welches aus dem Spiegelfloß und aus dem grauen Roheisen absichtlich bereitet werden müßte, wenn die Schmelzöfen, wie gewöhnlich, diese Roheisensorten liefern — hängt von der Geschicklichkeit der Arbeiter ungleich weniger ab, als von der Beschaffenheit, nämlich von dem Kohlegehalt des Roheisens und von der Stärke des Windstromes, der bei'm Niederschmelzen angewendet wird.

Dennoch zieht man in manchen Gegenden aus hergebrachter Gewohnheit, und weil man dem guten Rufe des Stahls nicht schaden will, das Roheisen mit großem Kohlegehalt dem weißen Roheisen mit geringem Kohlegehalt vor, und es würde allerdings sehr schwierig sein, ein anderes, den Arbeitern unbekanntes Verfahren einzuführen, indem nicht geleugnet werden kann, daß auch *bei der Anwendung* des weißen Roheisens *mit geringem Kohlegehalte* der Geschicklichkeit des Arbeiters noch viel überlassen bleibt.

Schmelzstahlbereitung aus grauem, rohschmelzendem Roheisen.

Dies Verfahren ist in Norddeutschland (Henneberg, Harz, Schlesien) und in Schweden mit einigen unbedeutenden Abweichungen im Feuerbau eingeführt.

Die Formzacken eines solchen Stahlfeuers haben eine Neigung von 12 Graden in den Heerd; die Gichtzacken (Widerblase) eine Neigung von 3 Graden aus dem Heerde, um die Luppe (den Schrei) besser ausheben zu können; der Hinterzacken hat ebenfalls eine Neigung von 3 Graden aus dem Heerde;

in der gußeisernen Vorwand des Heerdes, welche zugleich die Stelle des Schlackenzackens vertritt, ist ein Schlackenloch. Vorn an der Esse ist am Tragbalken derselben eine Mauer (Augenmauer) aufgehängt und daran noch ein dünnes Blech befestigt, damit die Augen der Arbeiter weniger von der Flamme leiden, übrigens auch eine Einrichtung vieler Frischfeuer.

Die Einrichtung, welche man dem Vorheerde geben will, ist, wie kaum erwähnt werden darf, ebenso gleichgültig, als die Einrichtung zum Tragen der Esse. Zu dem Bodensteine wendet man Sandstein, Grauwacke u. s. f. an. Die über dem Gichtzacken liegende Platte soll dazu dienen, das Feuer besser zu schließen, und zu verhindern, daß die von Zeit zu Zeit aufzuschüttenden Kohlen sich nicht so fest vor die Gicht setzen, sondern schon entzündet in den Heerd gelangen. Die Neigung der Form beträgt 9 bis 12 Grad. Gichtzacken und Vorheerd werden, wenn die Arbeit angeht, mit Kohlenlösche umschüttet und der ganze Heerd wird ebenfalls mit Kohlenlösche geschlossen. Das zu verarbeitende Roheisen (Stahlkuchen) ist mit solchen Einkerbungen abgegossen, daß der Arbeiter, nach Umständen, Stücken von 20 bis 40 Pfund schwer leicht abschlagen kann. Ein Boden aus festgestampfter Kohlenlösche ist wegen des vielen Rührens im Heerde mit der Brechstange nicht anwendbar, und ein gegossener Boden würde bald weggeschmolzen werden. Der Boden muß aus sehr gutem, nicht zu grobkörnigem und nicht zu sehr zum Springen geneigtem Sandstein bestehen; jedoch hält er gewöhnlich nur 4 bis 5 Schreie aus.

Die einzuschmelzenden Roheisenstücke (Heizen) werden alle vorher bei der Gicht angewärmt und dann einzeln nach und nach so in den Heerd gebracht, daß sie am Gichtzacken senkrecht stehen. Der ersten

Hitze giebt man einen Zusatz von Schlacke, damit sich der Sandsteinboden mit Schlacke bedecke. Die Schirbel von der vorigen Luppe liegen auf der Kohlenlösche, mit welcher der Hinterzacken bedeckt ist, um sich dort anzuwärmen und die Lösche festzuhalten. Von den angewärmten Schirbeln wird einer nach dem andern mit der Schaufel hervorgezogen und über die Form gelegt, bis sie die zum Ausschmieden erforderliche Hitze erhalten. Die erste, senkrecht bei den Gichtzacken in den Heerd gebrachte Heize schmelzt nach und nach leicht ein, weil der Wind tief geht. Sollte sie nicht niederrücken wollen, so hilft man mit einer kleinen Brechstange nach und stellt sie etwas schief, näher gegen die Form. Bei'm Einschmelzen muß der Wind sehr scharf geführt werden, damit das Eisen ganz flüssig in den Heerd komme. Dann giebt man schwächern Wind, bringt etwas Hammerschlacke in den Heerd und rührt die Masse mit einer kleinen Brechstange so lange um, bis sie breiartig wird und eine Zähigkeit erhält, worauf dann sogleich die zweite Heize, welche während der Bearbeitung der erstern auf dem Gichtzacken lag und rothglühend geworden ist, ebenfalls senkrecht bei dem Gichtzacken in den Heerd gelassen und bei einem starken Gebläsewechsel eingeschmolzen wird. Die erste Heize wiegt 24 bis 25 Pfund, die zweite ist etwas schwerer und wiegt etwa 30 Pfund.

Wenn die zweite Heize schmilzt, so muß die erste, schon breiartig gewordene wieder ganz flüssig werden. Sollte es noch sehr roh gehen, so setzt man etwas Hammerschlag zu, welches indeß möglichst zu vermeiden ist. Nachdem die zweite Heize eingeschmolzen ist, giebt man wieder schwächern Wind, um die Masse abermals in einen breiartigen Zustand zu versetzen. Sie muß sich zuletzt wie ein steifer Teig anfühlen lassen, jedoch nicht zu hart werden. Sodann

folgt die dritte, einige 40 bis 50 Pfund schwere Heize, welche ebenfalls vorher auf dem Gichtzacken angewärmt worden ist. Sie wird unter einem starken Gebläsewechsel eingeschmolzen, um die Masse im Heerde wieder flüssig zu machen. Ist das Einschmelzen beendigt, so bringt man allenfalls etwas Hammerschlacke in den Heerd, rührt die Masse dabei stark um und läßt das Gebläse etwas, obgleich nicht viel, langsamer gehen. Sobald man mit der Brechstange fühlt, daß sich die Masse auf dem Boden festsetzt und geschmeidig wird, wobei sich gare Schlacke an der Brechstange anhängt, so giebt man sehr scharfen Wind und rührt dabei stark im Heerde, damit ein heftiges Kochen entstehe, wobei die Kohlen sogar gehoben werden. Mit dem Rühren wird so lange fortgefahren, bis sich das Eisen über dem Boden als ein Kuchen ausbreitet, den man so gar werden läßt, daß man ihn mit der Brechstange gar nicht mehr durchstechen kann. Dann setzt man das vierte, einige 30 Pfund schwere Stück ebenso, wie die vorhergehenden, ein, nur etwas mehr in die Mitte des Kuchens, so daß der Rand desselben verschont bleibt, aber die Mitte desselben durch das einschmelzende Stück bis auf den Boden durchfressen wird. Das Gebläse, welches bei'm Einschmelzen stark wechselte, muß nur etwas langsamer gehen, wobei man mit der Brechstange in der Mitte des Kuchens rührt, um die wieder aufkochende Masse gar zu machen. Mit dem Umrühren wird so lange fortgefahren, bis sich das Eisen gesetzt hat. Auf dieselbe Art verfährt man mit dem fünften, ebenfalls einige 30 Pfund schweren Stück, welches sich ebenfalls durch die Mitte des Kuchens durchfressen muß. Oft wird noch ein sechstes Stück eingeschmolzen, wobei das Verfahren dasselbe ist.

Die letzte Heize muß unter schnellem Gebläsewechsel gerührt werden, damit die Luppe eben werde und in der Mitte nicht ein Loch erhalte. Bemerkt man dies, so muß das Gebläse langsamer gehen. Wenn der Stahl in diesem Zustande der Wirkung des Luftstromes lange ausgesetzt bleibt, so bekommt er eine Eisenhaut, weßhalb man das Gebläse zur rechten Zeit in Stillstand setzen muß. Dieser Zeitpunct läßt sich theils durch das Anfühlen der Luppe mit der Brechstange bestimmen, indem die Masse ganz hart wird, theils dadurch, daß sich an der Brechstange ein kleiner weißer Vogel oder eine gare Schale ansetzt. Ist das Gebläse in Stillstand gesetzt, so räumt man die Kohlen und Lösche von der Oberfläche der Luppe ab und läßt sie einige Zeit ruhig stehen, damit sie sich abkühle und nichts davon am Boden hängen bleibe, wenn sie ausgebrochen wird. Sie wird dann unter dem Hammer in 6, 7 oder 8 Stücken zerhauen. Weil sie auswendig immer etwas roher ist, als in der Mitte, wo sie unmittelbar vom Windstrome getroffen wird, so werden die Schirbel in Gestalt von Pyramiden, deren Spitzen sich im Mittelpunct der Luppe vereinigen, ausgehauen. Das Ausschmieden findet bei der Bereitung der nächststehenden Luppe statt. Der Proceß erfordert geübte und kräftige Arbeiter, wegen des vielen Umrührens im Heerde.

Zu 100 Pfund preuß. Rohstahl sind 35 bis 36 rheinl. Cubikfuß Holzkohlen erforderlich. Aus 3 Centnern Roheisen erfolgen zuweilen nur 2 Centner Rohstahl, obgleich sehr geübte Arbeiter, wenn sie gutes, leichtflüssiges Roheisen verarbeiten, aus 4 Centnern desselben auch wohl 3 Centner Rohstahl liefern. Wöchentlich können in einem Heerde selten mehr als 25 Centner Rohstahl bereitet werden.

Schmelzstahlbereitung aus weißem, roh-schmelzendem Roheisen.

Das Verfahren ist von demjenigen, bei welchem man graues Roheisen anwendet, fast gar nicht verschieden. Nur das Verhalten des weißgaren Roheisens, bei einem geringen Temperaturgrade in Fluß zu kommen und sich ungleich schneller zu verdicken, macht eine größere Beschleunigung des Processes nöthig und verursacht zugleich, daß der Stahl gleichartig ausfällt. Bei dem grauen Roheisen verliert ein Theil des Eisens bei'm Verdicken zuweilen schon zu viel Kohle, während ein anderer Theil noch sehr roh geblieben ist. Die ungleichartigere Beschaffenheit des Rohstahls aus grauem Roheisen macht eine sorgfältigere Bearbeitung bei'm Ausschweißen und Ausschmieden nothwendig. Der Rohstahl aus weißgarem Roheisen schmiedet sich leicht und bekommt weniger oft unganze und schieferige Stellen, welche bei dem Rohstahl aus grauem Roheisen nur mit einem großen Zeitverlust bei'm Ausschmieden verbessert werden können. Deßhalb kann ein Hammer bei grauem Roheisen nicht mehr als ein Rohstahlfeuer versehen, wogegen man bei der Verarbeitung von Spiegeleisen mit einem Hammer zu zwei Heerden ausreicht. Bei strengflüssigem, grauem Roheisen würden die Schwierigkeiten bei'm Frischen und Ausschmelzen so groß werden, daß daraus mit Vortheil gar kein brauchbarer Rohstahl angefertigt werden kann. Bei gutem weißgaren Roheisen liefert ein Rohstahlheerd wöchentlich 40 bis 50 Centner Rohstahl mit einem Eisenverluste von 25 bis 27 Procent und mit einem Verbrauche von 17 bis 18 Cubikfuß Holzkohlen aus hartem Holz zu 100 preuß. Pfunden Rohstahl.

Man wirft die ausgeschmiedeten Stäbe noch rothglühend in fließendes, kaltes Wasser, um sie zu

härten und dann leicht zerschlagen zu können, wobei zugleich der sprödere oder härtere Stahl (Edelstahl) von dem weichen und eisenartigeren, aus der Mitte der Luppe erfolgenden (Mittelköhr) abgesondert wird.

Auch bei der Anwendung des weißgaren Roheisens besteht der Proceß des Rohstahlfrischens darin, daß die zu einer Luppe bestimmten 6 oder 7 Stücke an Roheisen nach und nach an der Gichtseite eingeschmolzen werden, und daß man jedesmal nach erfolgtem Einschmelzen eines Stückes die dadurch ganz oder zum Theil wieder flüssig gewordene stahlartige Masse im Heerde abermals bis zu einem gewissen Grade wieder gar werden läßt. Ein solches Stahlfeuer, wie man es im Siegen'schen zur Verarbeitung des aus Spatheisensteinen dargestellten weißen Roheisens (Spiegeleisen) anwendet, ist in Fig. 114, Tafel XI, abgebildet. g ist der Gichtzacken, i die Vorwand, m und o einzuschmelzende *Roheisenplatten*, n die Form und u die Düse.

Auf einigen Rohstahlhütten ist es eingeführt, nach dem Garmachen des dritten Stückes (der dritten Heize), und wenn das vierte eingesetzt und eingeschmolzen ist, altes Schmiedeeisen mit in den Heerd zu bringen, wodurch sich der Stahl natürlich früher setzt oder gar wird. Dieser Zusatz des alten Schmiedeeisens (garen Schraats) wird nach dem Einschmelzen der fünften und sechsten Heize wiederholt, so daß bei einer Luppe zu 2 Theilen Roheisen wohl zuweilen 1 Theil altes Stabeisen verwendet wird. Dies Verfahren (die sogenannte Schraatsschmiederei) trägt zwar zur Vergrößerung der Production bei, erfordert aber eine sehr sorgfältige Arbeit, weil sonst ein sehr ungleichartiger Stahl erzeugt wird.

Auf anderen Hüttenwerken ist es gebräuchlich, die Abfälle von geschmiedetem Eisen bei großen Fabri-

ken, z. B. bei Blechhütten, Gewehrfabriken u. s. w., zur Stahlbereitung anzuwenden. Diese Abfälle werden in einem besonderen Heerde (in einer mit Kohlenlösche ausgefütterten Grube) zuerst umgeschmolzen, wodurch man eine mehr roheisenartige, als stahlartige Masse erhält, die in einem Frischheerde bei einem langsamen Gebläsewechsel wieder eingeschmolzen und mit einem Theil von den nicht umgeschmolzenen Eisenabfällen versetzt wird.

Für die Drahthütten bereitet man zuweilen eine Art Schmelzstahl, welche wegen ihrer Härte zu den Zieheisen sehr gesucht und geschätzt wird. Dieser Stahl — der sogenannte wilde Stahl oder Willerstahl — ist eigentlich eine Art von Gußstahl, der aber nur zu dem erwähnten Zweck angewendet wird, weil er wegen seiner außerordentlichen Härte weder Geschmeidigkeit noch Schweißbarkeit besitzt, so daß er als ein wahres Mittelding zwischen Roheisen und Stahl betrachtet werden muß. Die Anfertigung dieses Stahls geschieht wie die des gewöhnlichen Rohstahls, nur daß man die Masse nicht dazu kommen läßt, sich zu einem Kuchen auf den Boden zu setzen, sondern daß man den Stahl in dem Augenblicke aus dem Schlackenloch absticht, wenn er eben aufzukochen und die Kohlen in die Höhe zu heben anfängt, welches jedesmal vor dem Garwerden geschieht. Man giebt dem Boden dann einige Neigung nach dem Schlackenloche, damit der Stahl abfließen kann.

Schmelzstahlbereitung aus weißem, garschmelzendem Roheisen.

Man bedient sich dieses Materials in Steyermark, Kärnthen 2c. und unterscheidet dabei 3 Arten des Rohstahlfrischens, nämlich die Steyerische,

die Kärnthnerische und die sogenannte Paalerische. Das Abweichende in diesen drei Methoden besteht theils in der Verschiedenheit des Materials, theils in der des Productes.

Die Steyer'sche Rohstahlarbeit ist die einfachste und die verbreitetste und soll dieserwegen zuerst in Betrachtung kommen. Die Kärnthnerische und Paalerische Methode sind sich ganz nahe verwandt; letztere ist jedoch viel umständlicher und kostspieliger, und aus diesem Grunde auf einem einzigen Werke, in der Paal, noch üblich, obschon sie das vorzüglichste Product liefert.

Die Steyerische Rohstahlarbeit hat mit der weiter oben beschriebenen Löscharbeit mit Stabeisen die größte Aehnlichkeit, und zwar so, daß man in einem Frischfeuer zuweilen einen Stahldachel statt eines Eisendachels erhält, und umgekehrt.

Man hat zwei Modificationen dieser Arbeit, die hauptgewerkschaftliche und die gewerkschaftliche. Bei der erstern besteht der Heerd aus gußeisernen Platten, und der Boden ist eine Lehmsohle. Die Heerdgrube ist 23 Zoll lang, 20 Zoll breit und unter der Form 10 bis 12 Zoll tief. Bei der gewerkschaftlichen Methode ist der Frischheerd ganz so gebaut, wie wir ihn bei der Löscharbeit beschrieben haben. Nur hat die Form 2 bis 3 Grad weniger Stechen in den Heerd, und es wird die Stahlarbeit gewöhnlich mit einer geringern Windpressung geführt, als die Eisenarbeit. Die hauptgewerkschaftlichen Stahlhämmer verarbeiten sogenannte Stahlflossen, nebst einer geringen Quantität Spiegeleisen und halbirtem Roheisen; großluckige Flossen kommen weit weniger vor. Die gewerkschaftlichen Stahlhämmer dagegen verarbeiten Stahl- oder Hartflossen und großluckige Flossen in nahe gleicher Menge, wogegen Spiegel-

flossen oder wohl gar halbirtes Roheisen kommt beinahe nie vor.

Die leere Heerdgrube wird zuvörderst mit einer Sohle aus alter, schon gebrauchter Lösche, die nur wenig angefeuchtet wird, bis auf eine Höhe von 7 bis 9 Zoll unter der Form versehen. Ein tieferes Feuer veranlaßt Rohgang. In den gewerkschaftlichen Stahlhämmern läßt man nach ausgebrochenem Dachel den Schwahl in dem Heerde zurück, der nach und nach einen Boden bildet.

In den hauptgewerkschaftlichen Hämmern wird der Dachel, zu welchem 150 bis 180 Pfund Flossen (je nachdem jedes Stahlfeuer seinen eigenen Hammer hat, oder zwei Feuer zu einem Hammer gehören) eingerennt werden, gewöhnlich in 12 Masseln zerhauen. Von diesen kleinen Masseln kommen nur drei zugleich zum Ausheizen in's Feuer, die andern werden dagegen entweder in einen mit Kohlenlösche gefeuerten Ofen, oder besser in einen Vorglühheerd gebracht. Gleichzeitig mit den 3 Masseln wird die erste Flossengarbe von 120 Pfund Schwere in den Heerd gebracht.

In den gewerkschaftlichen Hämmern wird der stets aus 180 Pfund eingeschmolzenen Flossen bestehende Dachel meist nur in 6 Masseln zerschroten, die gleichzeitig in's Feuer kommen, wogegen aber die erste Flossengarbe hineingelegt wird, bis daß nur noch zwei Masseln in dem Heerde befindlich sind.

Von großer Wichtigkeit ist es, auf die Kohlen eine erforderliche Quantität zerkleinerter Frischschlakken zu werfen, indem dadurch dem Feuer der nöthige Saft zum Ausheizen gegeben und ein Schweißboden gebildet wird. Man wendet, je nach den Umständen, 25 bis 40 Pfund mehr rohe, als gare Schlacke an. Bei einem regelmäßigen und guten Verlaufe des Zerrennprocesses wird sich der Zerrennboden mit

der Brechstange fortwährend eben, mehr oder weniger hart bis schlüpfrig, aber nicht klebrig, und langsamer höher werdend anfühlen lassen und dabei beständig von einem mehrere Zoll tiefen, dünnflüssigen Bade einer ziemlich rohen Schlacke bedeckt sein. Die Flossen dürfen weder zu langsam, noch zu rasch eingeschmolzen werden. Die Windpressung beträgt selten mehr als 10 bis 15 Zoll Wassersäule.

Sobald das bestimmte Roheisenquantum so weit eingeschmolzen ist, daß die Heerdgrube bis auf 1 oder 2 Zoll unter der Form gefüll erscheint, muß das Feuer schnell zu Ende getrieben werden. Ein Nachzerrennen, ein Verkochen des Dünneisens findet hierbei nicht statt, indem kein Dünneisen vorhanden sein darf. Die ausgestochenen Stahldachel erscheinen bis auf die Reinseite gewöhnlich ganz mit einer dünnen Schwahlkruste überzogen. Das Ausschmieden der Stahlhitzen erfordert große Vorsicht; es darf nie zu heiß geschehen, besonders bei harten Masseln und Kolben, sondern es müssen dieselben immer erst auf dem Amboß, oder selbst durch Wasser abgekühlt werden. Zu rohe Stücke werden wiederholt ausgeschweißt. Die ausgeschmiedeten Stahlstangen werden noch glühend durch kaltes Wasser gehärtet, weßhalb in der Nähe des Hammers ein sogenannter Härtentrog vorhanden ist.

Auf den hauptgewerkschaftlichen Hämmern unterscheidet man folgende Stahlsorten:

Meißelstahl (bisweilen auch Münz- oder Rosenstahl genannt).

Edelstahl oder Rohstahl.

Mock (Halbstahl, Ruckenzeug).

Rohmittelzeug.

Hammereisen.

Abfälle oder Refudi.

Ein anderes, auf den gewerkschaftlichen Hämmern sehr gewöhnliches Sortiment ist folgendes:
Zeugmachstahl.
Rohstahl oder Rosenstahl.
Sensen-, Müller-, Stuck-, Schneidzeug-Stahl.
Garbzeug.
Mock, Halbstahl, Ruckenzeug.
Refudi.

Man producirt in 16 Stunden mit zwei Feuern, in denen 8 Dachel gemacht werden, etwa 11 bis 12 Centner. Der Abbrand beträgt 9 bis 10 Procent und der Kohlenabbrand auf 100 Pfund 34 bis 40 Cubikfuß meist schlechter Fichtenkohlen.

Die Kärnthnerische Rohstahlarbeit und die Paaler Methode

verbrauchen beide weißes Roheisen, welches aber eine Vorbereitung erleidet. Beide Methoden sind in Deutschland unter dem Namen der Brescianarbeit bekannt. Die Vorbereitung besteht (wie bei der Hart- und Weichzerrennfrischarbeit) darin, daß das Roheisen in demselben Heerde erst eingeschmolzen (eingerennt) und dann durch einen darauf folgenden Proceß gefrischt (gekocht) wird. Bei der Brescianarbeit pflegt man die Scheiben oder Blatteln nicht so, sondern Böden zu nennen, und giebt den unmittelbar bei den Schmelzöfen gerissenen (gehobenen) Böden den Namen saure Böden, wogegen unter dem Namen süßer Böden das im Heerde umgeschmolzene weiße Roheisen zu verstehen ist.

Die Kärnthnerische Methode oder die unächte Brescianarbeit, die auch in Krain und auf einigen Hütten in Steyermark in Anwendung steht, ist von der Kärnthnerischen Eisenarbeit, die wir

weiter oben kennen lernten, gänzlich verschieden. — Sie bringt die in demselben Heerde vorher gehobenen Böden auf dieselbe Weise zur Gare, wie steyersche Hartzerrennhämmer das weiße garschmelzende Roheisen. Der ganze Unterschied zwischen beiden Verfahrungsarten besteht also nur darin, daß die Brescianschmiede das weiße Roheisen durch das Einrennen und Scheibenreißen (Bodenheben) erst in den Zustand versetzt, in welchem die Steyerschen Hartzerrennfeuer ihr Material unmittelbar von den Schmelzöfen erhalten. Die unächte Brescianschmiede ist also insofern ein vollkommener Proceß, als sie ein besseres Product liefern könnte, obgleich sie mit einem größern Aufwande an Eisen und Kohlen arbeitet.

Die unächte Brescianschmiede wird in Krain und auf einigen Brescianhämmern in Kärnthen angetroffen. Obgleich es bei dieser Arbeit gleichgültig wäre, ob das Bodenheben in demselben oder in einem besondern Heerde vorgenommen wird, so ist es doch allgemein eingeführt, daß das Bodenheben und das darauf folgende Kochen der Böden in einem und demselben Heerde stattfindet. Alle Brescianhämmer wählen die blumigen Flossen zum Einrennen vorzüglich gern, und nur, wenn diese nicht zu erhalten sind, sucht man sich dadurch zu helfen, daß man harte und weiche Flossen (Spiegeleisen und luckige Flossen) gleichzeitig einrennt. Die gehobenen Böden werden niemals gebraten; aber auch niemals wendet die unächte Brescianschmiede unmittelbar vom Schmelzofen gehobene Böden an, weil diese zum Kochen noch nicht hinlänglich entkohlt sind.

Die unächte Brescianarbeit fängt damit an, sich eine Quantität Böden zu verschaffen. Das Feuer ist zwar gewöhnlich aus eisernen Platten zusammengesetzt, allein der Boden des Heerdes muß aus Koh-

lenlösche bestehen, mit welcher das ganze Feuer aus-
gefüttert wird. Nachdem 5 bis 6 Flossen eingerennt
sind, wird zum Heben der Böden geschritten. Weil
die Flossen selbst schon weniger Kohle enthalten, als
das leichtflüssige graue Roheisen, und weil sie durch
das Einrennen noch etwas von ihrem Kohlegehalt
verlieren, so fallen die Böden immer weit stärker
aus, als die Scheiben unmittelbar von Schmelzöfen.

Auf das Bodenheben folgt das Kochen der Bö-
den. Die Feuergrube wird ausgeräumt, mit Kohlen
angefüllt und es werden etwa 2 Centner Böden auf
der Gicht, der Form gegenüber, angesetzt. Zeigt
sich bei dem langsamen Einschmelzen ein roher oder
ein zu hitziger Gang, so wendet man garende Zu-
schläge an. Sollte sich die Masse zu schnell verdik-
ken und auch ein stärkerer Wind keine Aenderung be-
wirken, so befördert man die Abscheidung der Schlacke
durch einen kleinen Zusatz von Quarz, welcher au-
genblicklich eine größere Flüssigkeit im Heerde hervor-
bringt und zur Bildung von Schlacke Anlaß giebt,
die den Windstrom von dem Eisen abhält. Während
des Einschmelzens zur Luppe oder zur Cotta findet
auch das Ausschmelzen der vorigen Cotta statt. Die
Luppe wird in zwei Theile (machelli) zerhauen. Mit
dem Ausheizen derselben wird bei jeder Cotta der
Anfang gemacht. Die Machelli werden wieder ein
jedes in vier Kölbchen (tagoli) zerstückt, so daß jede
Cotta 8 Tagolen giebt, welche während des Cotta-
machens ausgeheizt, unter dem Hammer zu Stäben
ausgezogen und in der Mitte durchschroten werden.
Jede Cotta giebt also 18 solcher Stahlstäbe (rapilli),
welche in einem besondern Streckfeuer zu verkaufba-
rem Stahl ausgereckt werden. Weder die unächte,
noch die Brescianschmiede raffinirt ihre Producte.
Man macht von dem Stahl, je nachdem er bei dem
Zerschlagen der gehärteten Stäbe eine Rose auf der

Bruchfläche zeigt, oder nicht, zwei Sorten, nämlich Brescian und Romaner. Der Brescian ist der bessere und härtere und zerfällt wieder in den flachen (azzolon) und in vierkantigen (Brescian- oder Kistenstahl); der Romaner ist der weiche und schlechtere Stahl.

Die unächte Brescianschmiede macht täglich drei Cotten, zu welchen jedesmal die Böden zuerst gehoben werden. Ein Heerd liefert wöchentlich 25 bis 30 Centner Stahl mit einem Eisenabgange von 25 bis 28 Procent. Der Kohlenverbrauch, mit Einschluß desjenigen in der Streckhütte, soll zu 100 Pfund Stahl gegen 50 rheinl. Cubikfuß Kohlen aus weichem Holze betragen, obgleich sich der Grund zu einem so außerordentlich hohen Kohlenverbrauche nicht einsehen läßt. Von dem Brescian und Romaner werden nach ihrer verschiedenen Güte noch mehrere Unterabtheilungen gemacht.

Die Paalerische Methode oder die ächte Brescianarbeit ist jetzt nur noch in der sogenannten Paal in Gebrauch; sie ist minder vortheilhaft als die vorhergehende, liefert aber ein ganz vorzügliches Product. Sie unterscheidet sich von der unächten Brescianschmiede nur dadurch, daß sie die Böden nicht unmittelbar nach dem erfolgten Einrennen hebt (aus dem Heerde nimmt), sondern daß das eingeschmolzene Eisen, oder der sogenannte Sauer, die Grundlage für die Gotta oder Cotta bildet, welche aus dem Sauer von dem zunächst vorhergegangenen Einschmelzen gekocht wird. Der Sauer liefert also das Material (die süßen Böden) für die nächstfolgende Tagesschicht. Der Anfang der Arbeit wird, wie bei der unächten Brescianarbeit, mit dem Einschmelzen der Flossen gemacht. Wenn sich die aus festgestampfter Kohlenlösche gebildete Feuergrube schon zum Theil mit eingeschmolzenem Roheisen angefüllt hat, so wird

zum Ausheizen der Machelli von der vorigen Cotta geschritten, damit die Machelli schon eine Masse im Heerde finden, durch welche sie vor der Einwirkung der trocknen Hitze geschützt werden. Mit dem Einschmelzen der Flossen zu Sauer fährt man so lange fort, als, mit Rücksicht auf die mit dem Sauer zu erzeugende Cotta, noch Raum im Heerde vorhanden ist. Weil dieser Sauer aber zugleich die Böden für die 3 Cotten der nächstfolgenden Tagesschicht hergeben muß, so dürfen doch nicht weniger als 5 bis 6 Centner Flossen eingeschmolzen werden, weßhalb die Feuergrube eine dieser Bestimmung angemessene Größe erhalten muß.

Bei dem Einschmelzen der Flossen oder bei der Anfertigung des Sauers ist es nothwendig, einen zu steifen Gang im Heerde zu vermeiden, weßhalb nöthigenfalls etwas Quarz zugesetzt wird. Nach erfolgtem Einschmelzen der Flossen wird der Heerd von Kohlen entblößt — hinterhalten — und Sinter oder Hammerstockschlacke (scaja) in die flüssige Eisenmasse gebracht, die mit diesen Zuschlägen mittels hölzerner Birkenstangen so lange gerührt wird, bis sie anfängt fest zu werden und oben eine Kruste zu erhalten. Diese Kruste ist die Unterlage für die nun folgenden, in einer Schicht zu erzeugenden 3 Cotten.

Zu einer Cotta wendet man nach Umständen $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ süße oder weiße Böden von der vorigen Tagesschicht und $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ saure Böden an, je nachdem die süßen Böden mehr oder weniger entkohlt sind. Auch muß die Beschaffenheit der sauren Böden natürlich auf das Verhältniß von beiden Einfluß haben. Sobald die Böden — in derselben Art wie bei der unächten Brescianschmiede — eingeschmolzen sind, wird die Cotta ausgebrochen, zerhauen 2c., worauf süße und saure Böden zur zweiten Cotta angesetzt werden. Nach der zweiten folgt die Anwen-

dung der dritten Cotta, und sobald auch diese zerschroten ist, wird der Sauer, welcher den drei Cotten als Frischboden oder als Unterlage diente, ausgebrochen, um die süßen Böden für die in der künftigen Schicht zu erzeugenden drei Cotten zu geben. Der Sauer wird in der Gestalt von unförmlich dikken Böden, größtentheils aber in einzelnen Stücken, aus dem Feuer genommen. Die erste Cotta erfordert eine Zeit von 6 bis 7 Stunden, weil vorher der Sauer gemacht werden muß. Die folgenden beiden Cotten sind eine jede in einer Zeit von etwa 4 Stunden angefertigt, so daß die Tagesschicht 14 bis 15 Stunden dauert. Das Ausbrechen der Cotten geschieht gewöhnlich erst $\frac{1}{4}$ Stunde später, als die letzten Böden eingeschmolzen sind, weil die Masse sonst nicht zusammenhalten würde.

Man unterscheidet ebenfalls Brescian- und Romaner-Stahl mit mehreren *Unterabtheilungen*, zu welchen theils die Rosen, *theils* der Grad der Zersprengbarkeit der Stäbe, *theils* das Bruchansehen das Anhalten geben. Den eisenartigen Stahl oder den Ausschuß und alle Abgänge (refudi), wendet man theils beim Einschmelzen der Flossen zu Sauer, theils bei'm Cottakochen selbst als Zuschläge, in den Fällen an, wenn es zu roh im Feuer geht. Die unächte Brescianschmiede bedient sich der Refudi zu demselben Zweck, sowohl bei'm Bodenheben, als bei'm Cottakochen.

Die ächte Brescianschmiede liefert von einem Heerde wöchentlich 25 bis 30 Centner Stahl mit nicht geringerm Aufwand von Eisen und Kohlen wie die unächte. — Um die Kruste des Sauers nicht zu verletzen, und zu verhüten, daß sich die Cotten nicht zu tief einfressen, muß ein flüssiger Gang bei'm Cottakochen, welcher auch außerdem dem Gar-

werden hinderlich sein würde, vermieden werden. Bei dem langsamen Einschmelzen und bei der schon ziemlich garen Beschaffenheit der weißen oder der süßen Böden, ist ein roher Gang so leicht nicht zu befürchten; sollte er aber eintreten, so müssen garende Zuschläge oder auch Resudi in größerer Menge angewendet werden.

Die Cement- oder Brennstahlbereitung.

Allgemeine Bemerkungen.

Die Erzlagerstätten, welche zur Cementstahlfabrication geeignetes Stabeisen geben, sind weit zahlreicher, als die für den Schmelzstahl. Dennoch werden, wie schon bemerkt, die Hauptgruppen der Cementstahlfabriken nur von einer geringen Anzahl von Lagerstätten in Scandinavien und am Ural versorgt, und zwar werden die Erze ausschließlich mit Holzkohlen zu Gute gemacht.

Da mit der Cementstahlbereitung kein Abgang an dem Material verbunden ist, so braucht sie nicht wie die Schmelzstahlbereitung in der Nähe der Erzlagerstätten zu erfolgen. Im Gegentheil suchen die Hauptgruppen der Cementstahlwerke aus Ursachen, die mit wenigen Worten dargelegt werden können, sich täglich mehr unter gänzlich verschiedenen Umständen zu entwickeln. Die besonders zur Stahlbereitung geeigneten Stabeisensorten sind weit theurer als andere, und die diese ausgesuchte Qualität producirenden Hütten haben ein natürliches Bestreben ihr jährliches Fabricationsquantum nach den Holzversorgungen der Gegend zu reguliren. In dieser sowie in Beziehung auf die Wasserkräfte stehen diese Hütten fast in denselben Verhältnissen wie die, in denen Schmelzstahl producirt wird, indem sie im Allgemei-

nen in der Gegend nicht das erforderliche Brennmaterial finden konnten, um das Eisen in Stahl zu verwandeln.

Wirklich erfordert die eigenthümliche Cementation nur einen geringen Brennmaterialverbrauch; dieser in technischer Beziehung so wichtige Proceß hat hinsichtlich des Materialverbrauchs und der Kosten in Beziehung auf das Ganze der Stahlfabrication nur eine sehr untergeordnete Wichtigkeit. Die wesentlichsten Zweige dieses Gewerbes sind die, welche die Verwandlung der rohen cementirten Stäbe in Kaufmannswaare zum Gegenstand haben, und wir werden in dem Verlaufe dieses Abschnittes sehen, daß sie einen bedeutenden Brennmaterialverbrauch veranlassen.

Noch zwei andere wichtige Umstände suchen die Cementstahlhütten von den Orten zu entfernen, wo das Stahleisen producirt wird.

Wir werden beweisen, daß *die mineralischen* Brennmaterialien bei gleichem *Heizvermögen bei der* Cementstahlarbeit ein entschiedenes Uebergewicht über die vegetabilischen haben, und die großen Hüttenwerke am Ural und in Schweden würden bei allem Ueberflusse an Brennmaterial unter ungünstigeren Umständen produciren, als die Hütten in den Steinkohlenbecken des westlichen Europas.

Die in den Stahlhütten fabricirten verkäuflichen Stäbe werden zum Theil für den unmittelbaren Verbrauch in einer Menge kleiner Werkstätten verarbeitet, in denen man auch zu gleicher Zeit Schmiedeeisen verarbeitet, und deren Vertheilung über die ganze Oberfläche von Europa von der der Bevölkerung bestimmt wird. Der größte Theil der Stahlwerke dient aber als Material für sehr verschiedenartige Gewerbe, die sich nur vortheilhaft an solchen Orten entwickeln können, wo man Brennmaterial, Betriebs-

kräfte und eine Manufacturbevölkerung vereinigt findet. Es gehören dahin die Gewerbe, welche die Fabrication von Sensen und Sicheln, von Feilen und Raspeln, Sägen, schneidenden Werkzeugen aller Art, der Messerschmiederei und anderer sogenannter kurzer Waaren zum Gegenstande haben. Diese Fabriken, welche die herrschenden Gewerbe in gewissen Gegenden bilden, nehmen im Allgemeinen dieselben Haushaltsbedingungen in Anspruch, als diejenigen Manufacturen, welche sich mit dem Verspinnen und Verweben der Baumwolle, Wolle und Seide rc. beschäftigen. Jedoch sind sie darin verschieden, daß sie nur dann die erwünschte Vollkommenheit erlangen können, wenn der Fabricant, der den Stahl verarbeitet, in genauer Beziehung mit dem Hüttenmann steht, der ihn liefert. Oft erfordert jede Classe der genannten Gewerbe bei dem ihnen als Material dienenden Stahl sehr feine Nüancen der Qualität. In gewissen Fällen, wie, z. B., bei der Feilenfabrication, hat die genaue Berücksichtigung dieser Nüancen einen solchen Einfluß auf den Erfolg, daß es stets vortheilhaft sein würde, wenn die Production und Verarbeitung des Stahles in ein und derselben Hütte vereinigt sein könnten. Aus diesem zweiten Grunde haben sich die Cementstahlwerke, statt in der Nähe der Erzlagerstätten und der Hütten, welche das Stabeisen produciren, vorzüglich in den Manufacturbezirken entwickelt, wo ihr bedeutendster Absatz stattfindet.

Kurz, die Gegenden, in denen sich die Cementstahlwerke zu entwickeln suchen, sind solche, die auf wohlfeilen Wegen das schwedische und russische zur Stahlbereitung geeignete Eisen erlangen können, die ferner reichlich mit mineralischem Brennmaterial versehen sind, deren Ackerbau-Quellen die Anhäufung einer zahlreichen Bevölkerung gestatten, und die beson-

ders einen großen Markt zum Absatze der Producte haben.

Die Theile von Yorkshire (Scheffield, Attercliffe, Marsborough u. s. w.), in denen die hauptsächlichsten Stahlwerke Großbritanniens concentrirt liegen, vereinigen im hohen Grade alle Bedingungen des Gedeihens. Sie sind durch gute schiffbare Straßen und durch eine Eisenbahn mit dem Hafen zu Hull verbunden, der in dem größten Meerbusen der Ostküste Englands nach der Nordsee zu liegt und daher am geeignetsten ist, um schwedisches und russisches Eisen einzuführen. Der Boden besteht dort aus einem ungeheuren Steinkohlengebirge, einem der reichsten Englands, dessen Kohlen mit geringen Kosten aus wenig tiefen Gruben gefördert, zur Gewinnung und weitern Bearbeitung des Stahles sehr geeignet sind. Ostwärts von dem Manufacturdistrict entwickeln sich die fruchtbaren *Ebenen* und Wiesen von York und Lincoln, *die von zahlreichen navigabeln* Straßen durchschnitten sind, und wodurch der arbeitenden Bevölkerung die nothwendigen Lebensmittel zu wohlfeilen Preisen zugeführt werden können. Endlich sichern die Linien der innern Schifffahrt, sowie der Hafen zu Hull den Yorkshirer Stahlwerken wohlfeile Verbindungen mit allen Manufacturen und allen Häfen des vereinigten Königreichs und eröffnen ihnen sowohl im Innern desselben als auch außerhalb einen weit reichlichern Absatz, als mit jeder andern Gegend Europas der Fall sein könnte.

Mehrere andere Theile Großbritanniens bieten auch vortheilhafte Bedingungen für die Stahlfabrication dar; auch sind seit dem Anfange des 18. Jahrhunderts und zu verschiedenen neuern Epochen einige Hütten in verschiedenen Steinkohlenbecken, in der Nähe des Meeres und namentlich zu Newcastle

am Tyne, zu Liverpool und zu Bristol errichtet. Allein diese Versuche haben kein bedeutendes Fabricationscentrum bilden können, weil keine von diesen Localitäten in demselben Grade, wie Yorkshire die oben angedeuteten günstigen Bedingungen vereinigt.

Dagegen haben die Stahlwerke in Yorkshire jetzt eine solche Ausdehnung erlangt, daß sie etwa acht Zehntel von der ganzen in England fabricirten Stahlmenge geben. Sie sind weit wichtiger als jede der andern Gruppen von Stahlwerken in Europa und können der Menge von Materialien nach, die ihnen zu Gebote stehen, weit mehr produciren, als sie abzusetzen vermögen.

Die Cementstahlfabrication ist einer der einfachsten Processe bei'm Hüttenwesen. Er besteht im Wesentlichen darin, das Schmiedeeisen unter dem dauernden Einflusse einer hohen Temperatur und von Holzkohlen zu kohlen. Die mit einander in Berührung gebrachten Materialien werden stets in verschlossenen Gefäßen geglüht, d. h. durch feuerfeste und undurchdringliche Wände gegen die aus dem Heerde, in welchem sich die zu der Wirkung erforderliche Hitze entwickelt, entstehenden Gase geschützt.

Erfordernisse zu der Fabrication.

Das Wesentlichste davon ist der Ofen, der seit $1\frac{1}{2}$ Jahrhunderten in seinen Dimensionen und Formen zahlreiche Veränderungen erlitten hat. Die älteren Oefen, in denen man in einer Operation weniger als 95 Ctr. Eisen behandelte, sind nach und nach vergrößert, und neuerlich hat man welche erbaut, die bis 760 Ctr. aufnehmen können. Jedoch scheint es ebenfalls, als ob die letzteren die zweckmäßige Grenze für den Haushalt und besonders für die Bequemlichkeit bei'm Betriebe überschritten hätten.

Viele Oefen können nur 10,000 bis 12,000 Kilogr. aufnehmen, und die, welche man vorzugsweise erbaut, selbst die Hütten, die fortwährend zu thun haben, enthalten nur 280 bis 380 Ctr.

Taf. XII Fig. 115 bis 118 stellen verschiedene Durchschnitte eines Sheffielder Ofens vor.

Fig. 115, senkrechter Durchschnitt nach der Linie A B, Fig. 117; Fig. 116, senkrechter Durchschnitt nach der Linie C D der Fig. 117 und 118, und nach den Linien E F G H der Fig. 115; Fig. 117, horizontaler Durchschnitt nach der Linie I K der Fig. 115 und 116; Fig. 118, horizontaler Durchschnitt nach der Linie L M der Fig. 115 und 116.

An der Hüttensohle ist der Ofen 16 rhein. Fuß lang und 14½ Fuß breit. h, die den Ofen umgebende Esse; c, c Cementirkästen; b Thüren zum Einfeuern; a Rost; d Gewölbe; e Oeffnung in der Mitte des Gewölbes, wodurch Flammen und Rauch ausströmen; f Oeffnungen in den Wänden des Ofens, die einen andern Theil der Flamme mittelst der horizontalen Canäle g in die Essen k führen, die an den vier Ecken des Ofens angebracht sind. Durch diese Essen und die Oeffnungen f wird der Zug des Ofens regulirt; l Oeffnung in der Vorderwand, welche zum Einsetzen und Herausnehmen der Stäbe in die Kästen und aus denselben dienen; i, i' Oeffnungen zum Hereinschieben und Herausnehmen der Probestangen; sie sind während der Cementation verschlossen; q Träger für die Kästen, welche durch die ganze Breite des Ofens gehen und Gewölbe über dem Rost bilden; o Canäle oder Durchgänge zwischen den Trägern q zur gleichen Vertheilung der Flamme; n Oeffnung, durch welche der Stahlbrenner in den Ofen gelangen kann.

Alle Oefen bestehen aus zwei gleichen parallelepipedischen Kästen, welche durch den Feuerraum ge-

trennt werden, und deren fast ganze Oberfläche von den Gasen der Verbrennung umgeben ist. Nachdem die Gase um die Kästen circulirt haben, entweichen sie durch Löcher, die am Anfange des Gewölbes (der sogenannten Haube oder Kuppel des Ofens) und an dessen Umkreise angebracht worden sind, in den Essenmantel.

Die Figg. 115 bis 118 Taf. XII, zeigen die in Yorkshire am meisten angewendete Einrichtung und stellen einen Ofen dar, in welchem man auf einmal 336 preuß. Ctr. Eisen cementiren kann. Es ist dieser Apparat besonders musterhaft eingerichtet und verbraucht sehr wenig Brennmaterial.

Die Kästen bestehen entweder aus feuerfesten Ziegelsteinen, oder aus sorgfältig ausgehauenem quarzigen Sandsteine. Die beiderseitigen Mineralien finden sich häufig in den Schichten der Steinkohlenformation, welche den Boden dieses Theils von Yorkshire bildet. Die senkrechten Sandsteinwände sind gewöhnlich 6 Zoll dick; die aus Ziegelsteinen bestehen aus zwei auf die hohe Kante gestellten Schichten, deren ganze Dicke nur 4½ Zoll beträgt. Der Boden der Kästen hat gewöhnlich höchstens nur die Hälfte der Stärke der Seitenwände und besteht bei den Ziegelsteinkästen aus drei Schichten von Steinen, die flach übereinander liegen. Die Verbindung der verschiedenen Steine ist durch eine dünne Schicht feuerfesten Thons bewirkt.

Vergleicht man die Oefen sehr verschiedener Dimensionen mit einander, so kann man die Bemerkung machen, daß diese Dimensionen mittelst eines einfachen Gesetzes aus der Menge des bei jeder Operation verarbeiteten Eisens abgeleitet werden können.

Erfahrene Arbeiter können ohne Nachtheil für den Erfolg der Operation das Volum des in jeden

Kasten eingeladenen Eisens bis auf $\frac{86}{100}$ von dem ganzen Volum von jenem bringen.

Die längste Dimension des innern Raumes der Kästen, welche wir die Länge nennen, ist stets horizontal, und ihr Cubus ist in demselben Verhältnisse, als das Gewicht des Einsatzes, oder das Volum des Kastens, verschieden. Bei Oefen, deren Einsatz sich auf 200 Ctr. beläuft, beträgt diese Länge 9 Fuß 2 Zoll und bei den Figg. 115 bis 118 dargestellten Oefen für eine Ladung von 350 Ctr. 11 Fuß. Jedoch weicht man etwas von dem aufzustellenden Zahlengesetze ab, wenn es besonders zweckmäßig erscheint, den zu cementirenden Stäben eine bestimmte Länge zu geben.

Die Dicke (wir bezeichnen damit die geringere Dimension des innern leeren Raumes) ist bald vertical, bald horizontal. Diese Dimension ist am wenigsten verschieden und bleibt gewöhnlich in den Grenzen von 28 bis 36 Zoll. Bei den Oefen, deren Einsatz 460 Ctr. nicht übersteigt, wechselt diese Dimension noch merklich wie die Kubikwurzel des Einsatzes; über diese Grenze hinaus nimmt sie in einem etwas geringern Verhältnisse zu.

Die sechs rechteckigen Flächen eines jeden Kastens sind, wie schon bemerkt, der Einwirkung der Flamme ausgesetzt, ausgenommen an den Stützpuncten, deren nothwendig fünf sein müssen, damit die Kästen gehörig fest stehen. Der Boden ruht auf massiven, gemauerten Trägern von quadratischem Querschnitte, die zwischen sich leere Räume von gleicher Form der ganzen Länge der Kästen nach lassen.

Bei den dargestellten Oefen, dessen Kästen aus quarzigem Sandsteine bestehen, sind die massiven Träger und die dazwischen liegenden Canäle 9 Zoll breit und hoch. Die senkrechten Wände der Kästen werden durch 16 kleine Scheidewände von $4\frac{1}{2}$

Zoll Dicke gehalten, welche die ganze Höhe der Kästen zwischen denselben und der Umfangsmauer des Ofens einnehmen. Sieben andere Scheiden sind zwischen den beiden Kästen über dem Heerde angebracht, und zuweilen geht die mittlere, stärkere Wand bis unter den Rost hinab und theilt den Heerd in zwei Theile.

Bei den aus Ziegelsteinen erbauten Oefen haben die massiven Scheider und die unter den Kästen befindlichen Canäle gewöhnlich eine Ziegelsteinbreite von 4½ Zoll, und die Träger bestehen aus auf der hohen Kante stehenden und in das Mauerwerk eingelassenen Ziegelsteinen; sie sind rautenförmig angebracht und in einer und derselben horizontalen Linie durch zwei Ziegelsteinlängen von 18 Zoll getrennt. Beide Kästen stehen in gleicher Ebene und symmetrisch in Beziehung auf den sie trennenden Heerd. Dieser ist stets so lang, als die Kästen, und seine Breite, oder der Raum zwischen beiden ist mit dem Gewichte der Ladung verschieden.

Die obere Fläche der Stäbe beträgt 15 Zoll von unten herauf des untern Theiles der unter den Kästen gebliebenen Canäle. Nach der Axe des Heerdes sind in den beiden entgegengesetzten Wände des Ofens zwei 18 Zoll breite und 12 Zoll hohe Oeffnungen angebracht, deren Schwelle 12 Zoll über den Stäben liegt. Sie dienen zum Einschüren der Steinkohlen auf den Rost und sind während des Betriebs mit gußeisernen Thüren verschlossen.

Das die Kästen und den Heerd umgebende Mauerwerk, innerhalb dessen das Brennmaterial seine Hitzkraft entwickelt, besteht aus vier senkrechten Mauern, die von einem flachen Gewölbe bedeckt, gegen welches an den schmalen Seiten des Ofens bogenförmige Walme gewölbt sind. Form und Dimensionen dieses Mantels hängen genau mit denen der Kästen

und des Heerdes zusammen. Die senkrechten Wände stehen 6 Zoll von den äußern Flächen der Kästen ab; das Gewölbe fängt dicht über den Kästen an, und es ist 2 Fuß 10 Zoll bis 3 Fuß 4 Zoll hoch. Bei dem dargestellten Ofen beträgt seine Höhe 3 Fuß. Diese Höhe ist erforderlich, damit die Arbeiter das Eisen ohne zu große Unbequemlichkeit in die Kästen einlegen können.

Der innere Raum des Ofens ist daher rechteckig und hat folgende Dimensionen:

Die dem Heerde parallele Seite 13 Fuß 2 Zoll. Die auf dem Heerde senkrecht stehende Seite 11 Fuß 6 Zoll.

Am Anfange des Gewölbes sind sechs Oeffnungen angebracht, von denen je drei an den entgegengesetzten Seiten des Ofens nahe liegen. Die beiden größeren liegen in der Achse des Ofens selbst und über den Heizthüren, und durch sie *begeben sich* die Arbeiter in den Ofen; vier *kleinere Oeffnungen*, die symmetrisch an den kurzen Seiten der Kästen angebracht worden sind, dienen zum Einbringen der Eisenstäbe in die Kästen und zum Herausnehmen der Stahlstäbe aus denselben. Alle diese Oeffnungen sind während des Betriebes mit Ziegelsteinen und Lehm luftdicht verschlossen.

Außerdem sind auf beiden Seiten des Ofens, etwa in der Mitte der Kästen zwei kleinere quadratische Oeffnungen von wenigstens 4½ Zoll Breite und Höhe angebracht. Es sind die Enden kleiner Canäle, mittelst deren der Arbeiter aus dem Innern der Kästen während des Betriebes selbst und zu verschiedenen Zeiten desselben Probestäbe herausnehmen kann, die zu diesem Zwecke bei'm Laden der Kästen mit eingelegt worden sind. Durch diese Proben ist man im Stande die Fortschritte der Cementation zu beurtheilen und den Augenblick zu erkennen, wenn die Operation vollendet ist.

Nachdem die Flamme rings um die Kästen circulirt hat, entweicht sie durch 8 Zugöffnungen, die zu zweien an jeder der vier senkrechten Wände des Ofens angebracht sind. Diese die Flamme gleichförmig vertheilenden Oeffnungen sind in gleicher Ebene mit der obern Fläche der Kästen und am Anfange des Gewölbes angebracht; sie sind quadratisch, 6 Zoll weit und stehen durch Canäle mit gleichem Querschnitte mit sechs senkrechten Essen in Verbindung, die 8 Zoll im Quadrat weit sind und kaum einige Zoll über das Gewölbe hervortreten.

Ein großer Thurm, Fig. 116, der ein festes Fundament hat und aus gewöhnlichen Ziegelsteinen aufgeführt ist, nimmt die aus den kleinen Essen strömenden Gase auf und führt sie ab. Er hat eine kegelförmige Gestalt und einen kreisrunden Querschnitt; seine in verschiedenen Hütten sehr verschiedenen Hauptdimensionen sind in der auf der Tafel abgebildeten Figuren die folgenden:

Aeußerer Durchmesser an der Hüttensohle	26 Fuß 6 Zoll.
Stärke des Mauerwerks daselbst	1 Fuß 9 Zoll.
Innerer Durchmesser des cylindrischen Aufsatzes	1 Fuß $8\frac{1}{2}$ Zoll.
Stärke des Mauerwerks von demselben	$4\frac{1}{2}$ Zoll.
Erhebung des kegelförmigen Theiles über den Aschenfall	36 Fuß 3 Zoll.
Höhe des cylindrischen Aufsatzes	4 Fuß.
Ganze Höhe des Thurmes	40 Fuß 3 Zoll.

Der Durchmesser des Thurms an der Hüttensohle wird immer dadurch bedingt, daß der Ofen und seine Essen gut darunter stehen können. Der Raum zwischen dem letztern und dem Thurm ist bis zum Anfange des Gewölbes mit dem gemeinschaft-

lichen Gemäuer ausgefüllt. Zwei einander gegenüber liegende Oeffnungen oder Gewölbe sind in dem Thurme in der Achse des Heerdes vorhanden, so daß man zu dem Ofen gelangen kann. Sie sind 6 Fuß weit, beginnen am Boden des Aschenfalls und erheben sich 5 Fuß über die Hüttensohle, so daß sie im Ganzen 11¼ Fuß hoch sind.

Die Cementiröfen liegen entweder von einander getrennt oder zu 2 bis 5 vereinigt. Gewöhnlich enthält eine Cementirhütte zwei Oefen, und eine der bessern Einrichtungen ist die dargestellte.

Beide Oefen sind in einem länglich viereckigen Gebäude vereinigt, welches 104 Fuß lang und 33½ Fuß breit ist. Vor der Feuerthüre und nach der Länge des Gebäudes sind Gruben von gleicher Breite wie die Gewölbe des Thurms angebracht, die 4 Fuß von dem letztern in die Hütte hineintreten. Zwischen den Umfangsmauern des Gebäudes und denen des Thurms, sowie zwischen jenen und den Enden der äußern Gruben bleibt ein Zwischenraum von 4 Fuß. Die beiden in der Mitte des Gebäudes liegenden Gruben sind 30 Fuß voneinander entfernt.

Es ist nöthig, die Balken des Dachstuhls ziemlich hoch über die Sohle zu legen, etwa 15½ Fuß, damit die Arbeiter auch in dieser Richtung den nöthigen Platz haben und die Eisen- und Stahlstäbe an den Mauern aufstellen können. Eine 9 Fuß breite Thür gestattet, den Wagen bis mitten in die Hütte zu fahren und die Transportkosten für das Material und das Product soviel als möglich zu vermindern. Aus diesem Grunde und um Eisen und Stahl magaziniren, wägen, die Eisenstäbe in die gehörige Länge zerschneiden, um das für jeden Betrieb erforderliche Steinkohlenquantum aufstürzen, und endlich um alle die in dem Nachstehenden beschriebenen Manipulatio-

nen bequem ausführen zu können, hat man den bedeutenden Raum zwischen beiden Oefen gelassen.

Kästen, Heerd, Canäle und äußere Mauern bis zu dem Gewölbe sind auf dieselbe Weise eingerichtet, wie die der beschriebenen Oefen; die Verschiedenheit besteht besonders darin, daß das Gewölbe oder die Kappe über dem Ofen beweglich ist und der Zug durch eine Esse hervorgebracht wird.

Das Gewölbe ist, wie das der beschriebenen Oefen, kreuzförmig, jedoch weit flacher als diese; seine Höhe beträgt nur 15 bis 21 Zoll. Die Ziegelsteine, welche das Gewölbe bilden, liegen auf einem länglich viereckigen, gußeisernen Rahmen, und dieser ruht auf vier kleinen Rädern, so daß die Kappe auf eisernen Schienen von dem Ofen leicht weggehoben werden kann, wenn man die Kästen laden, oder entleeren will. Ist die Kappe wieder in ihre gehörige Stellung gebracht, so wird der Zwischenraum zwischen dem Rahmen und den obern Rändern der Ofenmauer mit Lehm bestrichen.

Die Esse hat stets eine von dem Ofen unabhängige Basis, und es sind zu beiden Seiten derselben zwei Oefen symmetrisch angebracht. Die Gase der Verbrennung entweichen stets durch eine Oeffnung, die in der Mitte der beweglichen Kappe angebracht ist und mit der Esse durch einen an dem Gebälke mittelst eiserner Stangen aufgehängten horizontalen Fuchs in Verbindung steht. Man sieht ein, daß bei dieser Einrichtung Flamme und Rauch die Tendenz haben, unmittelbar aus dem Heerde in den Fuchs zu strömen, ohne den Umfang der Kästen zu erhitzen. Jedoch wird dies verhindert und die Dauer der Einwirkung der Flamme auf die Kästen verlängert, indem man durch einen horizontalen Scheider, der in der Höhe des oberen Randes der Kästen angebracht ist, den Zwischenraum zwischen

diesen und über dem Heerde gänzlich verschließt. Die Flamme muß daher in einem 6 Zoll breiten Raume zwischen den Kästen und den Umfangsmauern circuliren; außerdem hält man auch das Ausströmen der Flamme dadurch auf, daß man die Breite der Canäle in der Ebene des oberen Randes der Kästen bis auf $1\frac{1}{2}$ Zoll verengt. Die Esse veranlaßt stets in dem Ofen, ausgenommen wenn man ihn erst in Betrieb setzt, einen zu starken Zug, den man nicht, wie bei den Yorkshirer Oefen, durch den Rost regulirt, sondern indem man auf dem horizontalen Fuchse eine Oeffnung aufmacht und eine um so größere Luftmenge zuläßt, je mehr man die Lebhaftigkeit der Verbrennung beschränken will.

Es scheint uns diese Einrichtung eine sehr zweckmäßige zu sein; das Einsetzen des Eisens und das Herausnehmen des Stahles ist bequem, die Regierung des Feuers leicht, und obgleich sie viele gußeiserne und eiserne Armaturen erfordert, die bei dem anderen Systeme wegbleiben können, so sind die Anlagekosten doch nicht viel bedeutender. Der Brennmaterialverbrauch ist bei aufmerksamem Schüren und bei aufmerksamer Regulirung des Feuers etwas geringer. Kurz, es scheinen diese Oefen vor den Yorkshirer in allen den Hütten den Vorzug zu verdienen, wo die Löhne gering sind und man nur wenig Eisen auf einmal cementirt.

Zu dem Material einer Cementirhütte gehört außerdem noch ein Amboß, Scheeren zum Kaltschneiden und Hämmer zum Zerschlagen der Eisenstäbe, Wagen zum Wägen des Eisens und des Stahles, Karren, um die Kohlen von dem Haufen auf dem Hüttenplatze zu den Oefen zu fahren, Schaufeln, Brechstangen und Haken zum Schüren, Reinigen des Rostes ꝛc.

Stahleisen und Brennmaterial.

Eine richtige Auswahl des Materials ist eine Bedingung, von welcher der mehr oder weniger gute Erfolg der Stahlcementation abhängt. Der vollkommenste Betrieb kann die Mängel des zu verarbeitenden Eisens nicht verbessern. Obgleich nun den Fabricanten in dieser Beziehung eine lange Erfahrung zu Gebote steht, welche allein nur zur Basis einer brauchbaren Theorie dienen kann, so hat dieselbe dennoch bis jetzt nicht wissenschaftlich classificirt werden können, indem dabei hauptsächlich folgende Schwierigkeiten obwalten.

Die meisten Fabricanten betrachten die selbst und die von ihren Vorfahren erlangten Erfahrungen als ein Geheimniß und theilen sie Andern nicht mit; es ist dies um so mehr der Fall, indem das eigentlich Technische der Stahlfabrication einfachen Arbeitern überlassen ist und die Fabrikbesitzer mehr das Commercielle besorgen, also bei'm besten Willen gar nicht im Stande sind, das angewendete Verfahren mitzutheilen. Nur bei den Arbeitern allein kann man daher Nachrichten und Belehrungen über das Stahlhüttengewerbe sammeln. Jedoch haben die Yorkshirer Stahlhüttenarbeiter so gut, wie andere Hüttenleute, ihre eigenthümliche technische, Andern unverständliche Sprache. So hält es in vielen Fällen schwer zu bestimmen, was die Arbeiter ausdrücken wollen, wenn sie sagen, ein Eisen habe Körper, sei gesund, fest, hart u. s. w. Jedoch haben alle diese Ausdrücke einen sehr bestimmten Sinn und bezeichnen Eigenschaften, die der Arbeiter vollkommen begreift. Vermehrt wird aber die Schwierigkeit bei'm Studium des Stahlhüttenwesens dadurch, daß diese und andere Ausdrücke nicht in allen Hütten gleiche Bedeutung haben. Auch muß man sich gegen die

ungenauen Beobachtungen der Arbeiter zu hüten suchen, gegen die Uebertreibung, mit welcher sie gewöhnlich die Wichtigkeit gewisser Eigenschaften anerkennen, die nur für einen speciellen Betriebszweig wesentlich sind, nicht aber für das Ganze der Fabrication.

Auf der anderen Seite sind die Fragen, welche sich auf die Auswahl der bei der Stahlfabrication angewendeten Eisensorten beziehen, sehr verwickelt, und ihre specielle Betrachtung würde über die Grenzen unseres Werkes hinausgehen, weßhalb wir uns hier nur auf Hauptpuncte beschränken.

Der commercielle Werth des Eisens bildet gewissermaßen das genaueste gemeinschaftliche Maß, dessen man sich bedienen kann, um in den verschiedenen Eisensorten das Ganze ihrer guten Eigenschaften wahrzunehmen.

Man verarbeitet in Yorkshire hauptsächlich *schwedisches*, norwegisches und *russisches Eisen*, *welches* über Hull und Sheffield *bezogen* wird; man verbraucht aber auch einige englische Stabeisensorten, welche mit den schlechteren schwedischen Sorten gleichen Werth haben, jedoch nur eine beschränkte Anwendung finden.

Alles von den Stahlfabricanten gesuchte nordische Eisen zeichnet sich durch eine körnige, dichte Textur und durch eine graubläuliche, glänzende Farbe, welche einige Aehnlichkeit mit der des Zinkes hat, aus. Sehr häufig bemerkt man auf dem Bruche eines Stabes alle Uebergänge dieser herrschenden Textur zu einer sehr deutlich blätterigen, seltener jedoch zu einer fadigen. Bei letzterer zerbrechen die kalt eingehauenen Stäbe nicht nach einer fast geraden Fläche, sondern zerreißen nach Fäden, die aus einer Menge nebeneinander liegender Blättchen zu bestehen scheinen. Die Oberfläche derselben ist ein mattes silberartiges

Weiß; ihr Querschnitt, wenn sie in Folge des Kaltbruchs gedreht worden sind, zeigt einen seidenartigen Reflex, wie unter gleichen Umständen Garkupfer. Es fällt sehr schwer, die Stäbe kalt zu zerbrechen, selbst wenn sie stark mit einem Kaltmeißel eingehauen sind.

Die wesentliche Eigenschaft dieses Eisens besteht darin, mittelst einer zweckmäßigen Bearbeitung ein Product zu geben, welches in hohem Grade die nützlichen Eigenschaften des Stahles zeigt. Dasselbe muß nämlich durch das Härten sehr hart, durch Politur sehr glänzend werden, es muß sich leicht schweißen lassen, sehr elastisch sein, es muß wiederholt ausgeglüht werden können, ohne die gewöhnlichen Eigenschaften des Schmiedeeisens wieder zu erlangen. Es scheinen diese Eigenschaften genau mit denen der Erze, aus denen das Eisen erzeugt wird, zusammenzuhängen, indem das beste Stahleisen sämmtlich von einer kleinen Anzahl von Magneteisenstein-Lagerstätten kommt. Die Beschaffenheit der Fabricate, d. h., ob diese Gegenstände mehr oder minder hart sind, besser oder schlechter schneiden, eine bessere oder schlechtere Politur, Elasticität 2c. haben, ist in dieser Beziehung der Maßstab für die Classificirung des Materials und zum Theil auch für den commerciellen Werth desselben. Dieses Stahlartige unterscheidet die weiter oben genannten Eisensorten von den meisten übrigen in den europäischen Handel kommenden und findet sich hauptsächlich bei dem besten Stabeisen in Schweden, Norwegen und Rußland.

Eine zweite sehr wichtige Eigenschaft ist die größtmögliche Gleichartigkeit des Eisens, indem ein entgegengesetztes Verhalten sich bei den verschiedenen Arbeiten der Darstellung und weiteren Bearbeitung des Eisens mehr oder weniger deutlich, je nach der übrigen Qualität des Eisens und der Beschaffenheit

der Bearbeitungen, zeigt. Das allgemeinste und entschiedenste Kennzeichen geben die rohen Brennstahlstäbe. Sie müssen ihre erste Form beibehalten; ihre Oberfläche kann mit kleinen Bläschen bedeckt sein (weßhalb man den rohen Cementstahl auch wohl Blasenstahl nennt), welche sich durch das Gas zu bilden scheinen, das sich in der Eisenmasse entwickelt, wenn dieselbe durch die Cementation einen gewissen Grad der Weichheit erlangt hat; allein es ist wesentlich, daß diese Bläschen sehr klein (weniger als 1 Centimeter oder 4½ Linien) und sehr gleichförmig auf der ganzen Oberfläche der Stäbe vertheilt seien. Große Blasen und besonders große, unregelmäßig auf den Stäben vertheilte Risse sind ein Hauptkennzeichen der Ungleichartigkeit. Die Fabricanten sagen von solchem Eisen, es fehle ihm Körper (Festigkeit), es sei nicht gesund rc.

Es ist diese Eigenschaft vielleicht nicht unabhängig von der Beschaffenheit der Eisenerze, denn sie scheint sich in einem verschiedenen Grade bei dem aus verschiedenen Erzsorten, aber durch gleiches Verfahren dargestellten Eisen zu zeigen. Es ist stets weit leichter zu bestätigen, daß die geringsten Verschiedenheiten bei der Zugutemachung gleicher Erze hinreichend sind, um in dieser Beziehung deutliche Verschiedenheiten in der Qualität des Eisens zu veranlassen.

Die ungeheueren Preisunterschiede bei den besten schwedischen, norwegischen und russischen Eisensorten scheinen hauptsächlich von der verschiedenen Gleichartigkeit abzuhängen, und wenn man die in verschiedenen Hütten mit dem rohen Cementstahl vorgenommenen Manipulationen mit Aufmerksamkeit verfolgt, so wird man leicht begreifen, warum die Fabricanten auf diese Eigenschaft einen so großen Werth legen. Die Erfahrung zeigt, daß sich die Wände

der großen, bei der Cementation entstandenen Risse bei dem Raffiniren oder Gerben, welches man mit den rohen Stäben vornimmt, nur sehr schwer wieder nähern lassen. Häufig ist dieser Mangel an Zusammenhang durch graue und schwarze Flecke, durch sogenannte Schiefern, versteckt, welche gewöhnlich erst bei'm Schleifen oder Poliren der Fabricate an's Licht kommen und daher durch die erst dann sichtbare Unbrauchbarkeit vieler Gegenstände (Schmiedeinstrumente, Feilen 2c.) einen um so größeren Schaden durch den Verlust des ganzen Arbeitslohnes veranlassen. Gewisse Eisensorten sind im hohen Grade stahlartig und geben einen so schieferigen Stahl, daß wenigstens ein Drittel der daraus fabricirten Gegenstände Ausschuß ist. Dadurch verliert dieses Material sehr an Werth, selbst wenn die fehlerfreien Fabricate übrigens denselben Werth haben, als die aus dem besten Stahl dargestellten. Das jetzt in Yorkshire angewendete englische Eisen empfiehlt sich sehr durch seine Gleichartigkeit, und es ist daher zu gewissen Fabricaten sehr gesucht, wiewohl es eine geringere Stahlartigkeit besitzt, als die schlechtesten schwedischen und russischen Sorten.

Es spielt daher diese Eigenschaft eine bedeutende Rolle bei der Classificirung des zur Stahlbereitung angewendeten Eisens und veranlaßt nach genauen Untersuchungen und Vergleichungen einen Preisunterschied von 30 Procent, obgleich die Sorten sonst einander gleich zu sein scheinen.

Eine andere gesuchte Eigenschaft bei dem zur Stahlfabrication angewendeten Eisen ist eine gleichartige Textur. Es können Stäbe gleich gut zur Stahlbereitung sein, die eine etwas blätterige, oder eine körnige, oder dichte, oder selbst eine in's Fadige übergehende Textur haben; allein dieselbe muß an allen Puncten des Stabes gleich sein. Die Erfah-

rung hat nämlich bewiesen, daß im Gegentheil der Stab durch die Cementation einen verschiedenen Grad des Stahlartigen erlangt, so daß er, um gleichartig zu werden, einer wiederholten und kostbaren Gerbung bedarf.

Die zur Stahlbereitung angewendeten Stäbe müssen, mit einigen Ausnahmen, stets flach, d. h. viel breiter als dick sein, weil diese Form zweckmäßiger für das Fortschreiten der Cementirung ist, als die quadratische, oder runde. Die Stäbe müssen stets eine bedeutende Stärke haben, damit die in den Kästen befindliche Eisenmenge so bedeutend als möglich ist, und man weicht von dieser Regel nur durch gewisse specielle Fabricationszweige ab. Der absolute Querschnitt der Stäbe beträgt selten weniger, als 6 Quadratcentimeter, und oft bis 20 Quadratcentimeter.

Die Dicke wechselt gewöhnlich zwischen 3½ bis 9 Lin. und die Breite von 2 Z. 3 Lin. bis 5 Z. 3 Linien.

Cementirpulver.

Die in den meisten Werken über Stahlfabrication, selbst in den englischen, angegebenen zusammengesetzten Cementirmittel sollen, nach der Versicherung mehrerer Fabricanten, nie eine allgemeine Anwendung gefunden haben. Das einzige Mittel dieser Art ist Kohle, theils als Pulver, theils in kleinen Stückchen, die das Volum von etwa $\frac{1}{10}$ Cubikzoll nicht übersteigen.

Die Kohle wird aus den Aesten und dem Abfall bei den Hauungen in den Forsten auf Nutzholz, die in der Umgegend von etwa 4½ deutschen Meilen von Sheffield vorhanden sind, bereitet. Hauptsächlich ist es Eichenholz, welches verkohlt wird. Die Kohle gelangt schon sehr klein zur Hütte, und das

Kubikmeter wiegt etwa 325 Kilogr. (oder 1 Cubikfuß etwa 2,1 Pfund), und 100 Kilogr. kosten etwa 5,40 Fr. (der preuß. Centner etwa 22½ Sgl.). Man hat es oft ohne Erfolg versucht, die calcinirte Kohle von einer vorhergehenden Operation als Cementirpulver anzuwenden; gewöhnlich vermindert man die Ausgaben ohne merkliche Veränderung der kohlenden Eigenschaften des Cementirmittels dadurch, daß man die frische Kohle etwa mit einem Viertel calcinirter versetzt.

Brennmaterial.

Die Steinkohle ist das einzige in Yorkshire, sowohl zur Cementation, als auch zu allen andern Zweigen der Stahlarbeit.

Man sucht vorzugsweise sehr gashaltige Kohlen in ein Feuer zusammenzubacken, ohne zu schmelzen, oder sich aufzublähen. Man wendet das Gemenge von Staub- und kleinen Stückkohlen an, welches nach dem Aushalten der letzteren zurückbleibt. Ein solches Gemenge kostet, mit Einschluß eines selten mehr als 2 deutsche Meilen betragenden Transportes, die 100 Kilogr. 1 bis 1,12 Fr. (der Centner 4 bis 5 Sgl.), je nach der Lage der Hütte oder der Auswahl der Kohle. Zwar könnte man auch Staubkohlen von geringerer Qualität anwenden, die auf der Hütte nur ½ Fr. (4 Sgl.) die 100 Kilogr. (210 Pfd.) kosten, allein man würde dadurch den Betrieb ohne Vortheil verwickeln, und längere Dauer der Operation, sowie die Unregelmäßigkeit des Feuers würde die erlangte Ersparniß wieder aufheben.

Personal einer Cementirhütte.

Der Betrieb eines Cementirofens erfordert zwei Arbeiter, deren Geschäfte in der Vorbereitung der

Stäbe, in dem Laden und Entleeren der Kästen, in der Hülfsleistung bei'm Herbeibringen der Materialien oder bei'm Forttragen der Producte, endlich im Schüren und in der Leitung des Feuers während der Operation bestehen. Die Wartung eines einzigen Ofens beschäftigt zwei Arbeiter nicht vollkommen, sondern es reichen gewöhnlich 3 Arbeiter für 2 Oefen hin, welche jährlich etwa 320 wirkliche Arbeitstage haben. Dazu ist auch noch ein Hülfsarbeiter erforderlich, der jährlich etwa 130 Tage arbeitet.

Leitung des Betriebes einer Cementirhütte.

Die Arbeiter beginnen damit, den Stäben die gehörige Länge zu geben, welche stets 2 Zoll weniger als die Länge der Kästen beträgt, indem ohne diese Vorsichtsmaßregel die letzteren bei der Ausdehnung ersterer zersprengt werden würden.

Nachdem der vorher gehörig abgekühlte Ofen die erforderlichen Reparaturen erlangt hat, wenn sie nöthig waren, begiebt sich einer von den Arbeitern hinein, um das Eisen mit dem Cementirpulver in die Kästen einzulegen, während der andere außerhalb bleibt, um ihm beides zuzureichen. Zuvörderst bringt man auf den Boden eines jeden Kastens eine 3 Zoll dicke Cementirpulverschicht und legt dann das Eisen mit anderen Cementirpulverschichten auf zweierlei Weise ein: entweder flach in horizontalen Schichten und die Stäbe fast dicht aneinander und durch Kohlenpulverschichten voneinander getrennt, die eine Stärke von $3\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ Linien haben; oder man legt die Stäbe in horizontalen Schichten auf die hohe Kante nebeneinander und trennt sie durch Kohlenschichten, die nur einige Millimeter ($\frac{3}{4}$ bis 1 Linie) stark sind. Zwischen den Schichten von Stäben liegen etwa 4 Li-

nien starke horizontale Kohlenpulverschichten. Die Bruchstücke der Stäbe werden sehr sorgfältig Ende an Ende hingelegt und nach dem Bedürfnisse getrennt, so daß, wenn auch die Schichten des Cementirpulvers und der Stäbe gehörig wahrgenommen werden können, daß von dem Eisen eingenommene Volum dennoch so groß als möglich sein muß. Wenn man in die Ebene der vier Oeffnungen gelangt ist, so muß man daselbst Stabenden anbringen, und zwar so, daß man sie leicht herausnehmen kann, um durch ihr Ansehen über das Fortschreiten der Cementation zu urtheilen. Endlich beendigt man die Ladung der Kästen stets mit einer Schicht von Cementirpulver von 3 Zoll Stärke, deren Oberfläche jedoch noch einige Centimeter oder etwa 1 Zoll unter dem oberen Rande der Kästen bleiben muß.

Nachdem die Kästen geladen sind, werden sie durch ein eben so einfaches, als wirksames Mittel luftdicht verschlossen. Ueber die letzte Kohlenpulverschicht bringt man nämlich eine etwa 4 Zoll starke Schicht von einem Mörtel, der aus dem pulverförmigen Absatze unter den Schleifsteinen besteht, auf denen man eine Menge von Messerschmidtsarbeiten schleift und polirt. Es ist diese Materie in den vielen Werkstätten von Yorkshire sehr häufig vorhanden und besteht im Wesentlichen aus pulverförmigem Quarze, der mit auf der Oberfläche oxydirten Stahltheilchen vermengt ist. Sie wird durch die Einwirkung der Hitze weich und backt zusammen, ohne jedoch jemals flüssig zu werden.

Nachdem die Kästen auf diese Weise vorbereitet worden sind, reinigt man die Canäle, durch welche die Flame circulirt, sowohl innerhalb, als außerhalb der Ofenmauer; die beiden Thüren und die vier Oefen zum Einsetzen des Eisens vermauert man mit Ziegelsteinen und Lehm. Die den Probestäben ent-

sprechenden Leitungen verschließt man erst mit Mörtel und dann mit Lehm, legt die 5 Roststäbe auf die Querbalken, nachdem dieselben nöthigen Falls vorher ausgewechselt worden sind, und schreitet dann zum Anfeuern des Ofens.

Bei einem neuen Ofen, oder wenn ein Theil des Mauerwerkes erneuert worden ist, muß das Anfeuern mit großer Vorsicht geschehen; gewöhnlich aber wird der Ofen so rasch als möglich in Gluth gebracht, um die Kästen möglichst schnell rothglühend zu machen. Bei dem dargestellten Ofen dauert dies Anfeuern ungefähr 24 Stunden, und es ist dazu ein Viertel des ganzen Kohlenverbrauchs erforderlich.

Die Geschicklichkeit des Arbeiters besteht darin, das Feuer stets so zu erhalten, daß die Temperatur in einer lebhaften Rothglühhitze bleibt, welche für die Cementation am zweckmäßigsten ist, ohne sie zu überschreiten und ohne den *Rost je leer zu lassen*. Es entspricht diese Temperatur *etwa dem Schmelzpuncte* des Kupfers; sie ist nie so hoch, um die Ziegelsteine oder den sie verbindenden Lehm zu verglasen. Die gebräuchlichsten Oefen in Yorkshire haben gar kein Register zum Verändern und Stämmen des Zuges, so daß dies nur durch die Aufmerksamkeit, welche man dem Roste widmet, bewirkt werden kann. Derselbe ist bis zu den Schwellen der Feuerthüren mit Steinkohlen bedeckt. Bei dem hier näher beschriebenen Ofen betrug die glühende Brennmaterialschicht und mit der Kohle, deren Analyse ich weiter oben mitgetheilt habe, etwa 1 Fuß; jedoch ist sie nach den Dimensionen des Ofens, nach der Stärke des Zuges und hauptsächlich nach der Beschaffenheit der Steinkohlen etwas verschieden.

Es ist wesentlich, daß die Dicke der glühenden Brennmaterialschicht sich niemals zu viel verminderе, weil sich sonst der Ofen sogleich abkühlt; es muß

daher wenigstens von Stunde zu Stunde nachgeschürt werden. Der Rost wird bei Steinkohlen, welche viele Asche enthalten, zweimal in einer Schicht gereinigt, und die Operation noch öfter wiederholt, wenn die Temperatur des Ofens mehr sinkt, als zweckmäßig ist. Endlich erfolgt auch eine stellenweise Reinigung des Rostes, wenn an beiden Enden desselben eine ungleiche Temperaturentwickelung Statt findet.

Wir bemerken, daß die Dicke der glühenden Brennmaterialschicht auf dem Roste unmittelbar nach dem Schüren und mit der bezeichneten Qualität der Kohle etwa 1 Fuß betragen. Ein aufmerksamer Arbeiter kann aber durch Verminderung der Schicht auf 9 und selbst auf 8 Zoll eine gewisse Brennmaterialersparung veranlassen; allein das Nachschüren muß dann öfter erfolgen, und das einmalige Unterlassen derselben kühlt den Ofen sogleich ab. In Yorkshire, wo die Steinkohlen wohlfeil sind und der Betrieb der Oefen den Arbeitern fast gänzlich überlassen ist, beachtet man dies gewöhnlich nicht, und nicht selten findet ein zweistündiger Zwischenraum zwischen zwei aufeinander folgenden Schürungen statt. Jedenfalls wird aber dadurch an Arbeitslohn gespart, und aus diesem Grunde ist auch die Steinkohle, welche bei gegebenem Volum weit schwerer als Holz ist und die Hitze länger an sich hält, ein weit besseres Feuerungsmaterial für die Cementiröfen, als Holz.

Obgleich daher bei den Yorkshirer Oefen keine so große Sorgfalt auf die Leitung des Feuers gewendet wird, so beträgt der Kohlenverbrauch doch nur 75 Procent von dem Gewichte des rohen Cementstahles; so waren bei einem Brennen in einem Ofen, der 350 Ctnr. Eisen enthielt, nur 63 Procent Steinkohlen erforderlich.

Man beendigt die Operation, indem man den Ofen weit langsamer abkühlen läßt, als man ihn angefeuert hatte. Man läßt zu dem Ende den Hammerschlag sich auf dem Roste anhäufen, so daß er ihn ganz verstopft. Man benutzt dadurch die im Ofen befindliche Wärme und vermeidet plötzliche Temperaturveränderungen, welche dem feuerfesten Apparate nachtheilig sind. — Die Zeit, während welcher gefeuert wird, richtet sich nach der Stärke der zu cementirenden Stäbe und nach dem Grade der Kohlung, welche man dem Stahle geben will. Bei einem Ofen, der 350 Ctnr. Eisen aufnimmt, dauert das Feuern 5 bis 9, gewöhnlich 7 Tage; allein es muß berücksichtigt werden, daß die Cementation noch lange nach dem Feuern während der Abkühlung des Ofens fortdauert.

Nachdem nun der Ofen eine dunkle Rothglühhitze erlangt hat, oder vielmehr noch kälter geworden ist, öffnet man nach und nach die verschiedenen Thüren und sonstigen Oeffnungen, um die Abkühlung mittelst der frischen Luft zu beschleunigen. Gewöhnlich kann man 8 Tage nach dem Aufhören des Schürens zum Herausnehmen des Stahles schreiten, und es geschieht dies durch die nämlichen 6 Oeffnungen, durch welche das Einsetzen des Eisens erfolgte. Das Entladen, sowie die Reparatur der beschädigten Theile des Ofens kann in einem Tage ausgeführt werden, und er ist dann in dem Zustande, um eine neue Ladung aufzunehmen.

Es sind demnach im Durchschnitte zur Cementation von 350 Centnern Eisen folgende Tage erforderlich:

Einsetzen des Eisens, Verschließung der Kästen, Reinigung der Canäle, Verschluß der Thüren und anderen Oeffnungen	1 Tag,
Feuerung	7 Tage,
Abkühlung	8 „
Herausnehmen des Stahles, kleinere Reparaturen	1 Tag,
Summa	17 Tage.

Außerdem muß man noch die bedeutende Zeit berücksichtigen, welche zur Annahme und Ablieferung des Eisens und Stahles, des Brennmateriales, des Mörtels, der feuerfesten Materialien ꝛc. erforderlich ist. Daher kann ein Ofen von dieser Größe bei dem lebhaften Betriebe, sowie ihn nur die Umstände gestatten, nur 20 Mal in einem Jahre benutzt werden.

Physikalische Eigenschaften des rohen Brennstahles.

Die physikalischen Eigenschaften des Eisens werden durch die Cementation gänzlich verändert. Die Geschmeidigkeit, welche in hohem Grade bei den guten Stabeisensorten vorhanden ist, fehlt bei dem rohen Stahle so gänzlich, daß die Stäbe zerbrechen, wenn man sie von einer geringen Höhe auf die Kante eines Amboßes fallen läßt, und mit den Schlägen eines gewöhnlichen Handhammers kann man sie in kleine Stücke zerschlagen.

Die Oberfläche der am besten geschmiedeten Stäbe wird sehr ungleich und mit Blasen bedeckt; auch sieht man auf denselben die Eindrücke von den Kohlenstückchen, mit denen diese Oberfläche in Berührung stand.

Auf dem Querbruche selbst der besten Sorten des rohen Cementstahles bemerkt man viele, gewöhnlich den langen Seiten der Stäbe parallele Risse, die bei gewöhnlichen Sorten noch größer sind und bis zur Oberfläche des Stahles reichen. — Die Textur ist stets blätterig; die Blätter sind weit größer, als bei gewissen Eisensorten, und ihre größte Dimension übersteigt zuweilen 1 Centim. (4½ Lin.). Ihre Oberfläche ist nicht eben und glänzend, sondern körnig oder schuppig und reflectirt schlecht im Lichte. Auch ist der Bruch weniger glänzend, als bei blätterigem Eisen.

Endlich hat sich auch die Farbe bedeutend verändert, das Bläuliche ist verschwunden und ist durch ein graulichés Weiß ersetzt.

Production, Materialverbrauch, Fabricationskosten.

Ein Cementirofen kann jährlich höchstens 20 Mal betrieben werden. Eine Stahlhütte von mittler Größe enthält drei Oefen, die so eingerichtet sind, daß sie drei verschiedene Ladungen aufnehmen können, nämlich 220 bis 230 Ctnr., 230 bis 250 Ctnr., 250 bis 270 Ctr., so daß die jährliche Production in drei Oefen etwa 19,100 Cöln. Centner betragen kann.

Unter den gewöhnlichen, und besonders bei den beschränkten Umständen aber, in denen sich das Yorkshirer Stahlhüttengewerbe seit einigen Jahren befindet, ist die Production der Hütten stets geringer, als sie sein kann. So haben im Jahre 1842 die 97 Cementiröfen in Yorkshire, welche in Hütten vertheilt sind, höchstens 315,000 preuß. Ctnr. producirt, so daß auf eine mit 3 Oefen versehene Hütte nur 10,000 Ctr., und auf jeden Ofen nur 3000 Ctr. kommen.

Weitere Bearbeitung des rohen Cementstahles.

Die Operationen, denen der rohe Cementstahl unterworfen wird, haben zum Zweck, ihn durch mehrmaliges Hitzen und Ausschmieden in mehr oder weniger raffinirte oder gegerbte Stäbe für den Handel zu verwandeln, welche dann in den zahlreichen Werkstätten, wo man Feilen, Raspeln, Sägeblätter, Sicheln, Sensen, Bleche, Drähte, Schneidwerkzeuge, Waffen u. s. w. verfertigt, zu diesen Gegenständen verarbeitet werden. In manchen Fällen begreifen die Hütten, worin der Stahl im Großen gegerbt wird, zugleich auch die Werkstätte in sich, worin er seine definitive Form erhält; in andern Fällen gerben sich die Fabricanten oben aufgezählter stählerner Geräthe und Gegenstände selbst den Stahl in kleinen Feuern, wo sie ihn nachher auch verarbeiten. Am gewöhnlichsten aber werden diese zwei Industriezweige abgesondert in den Händen verschiedener Industrieller gefunden. Das Gerben geschieht in größeren Anlagen, denen kräftige, durch Wasserräder oder Dampfmaschinen getriebene Maschinen zu Gebote stehen, während die Verarbeitung des Stahles in kleinen, zerstreut liegenden Werkstätten geschieht, deren in Sheffield über 2000 vorhanden sind.

Vorbereitung des Stahls.

Die einfachste der Operationen, die mit dem rohen Cementstahle vorgenommen werden, besteht darin, daß man die rohen Stangen ein einziges Mal hitzt und hierauf mehrmals durch die Cannelüren (Einschnitte) eines Walzwerkes gehen läßt, damit die bei drr Cementation entstandenen Risse wieder zusammenschweißen. Das Hitzen geschieht in einem Flamm-

ofen mit Steinkohlen, und man trägt die rohen Stahlstäbe erst ein, nachdem der Ofen in starke Hitze gekommen und der Heerd mit glühenden, schon vor einer gewissen Zeit einzutragenden Steinkohlen angefüllt ist, so daß diese schon allen Schwefel, den sie enthielten, verloren haben. Diese Präparirung oder Zurichtung des rohen Stahls fordert nur geringen Aufwand an Brennmaterial und Handarbeit; die hierbei erforderliche Hitze ist viel niedriger als die zum Gerben nöthige, und der Abgang beträgt kaum 3 Procent.

Die so präparirten Stäbe passiren nun oft ein Schneidwerk, und die daraus hervorgehenden schmäleren Stäbe dienen dann zur Fabrication wohlfeiler Objecte, welche zum großen Theil aus Schmiedeeisen bestehen, und woran nur Theile, wie bei den Schneidwerkzeugen und Meißeln nur die Schneide, aus Stahl bestehen. Auch für Wagen- (Kutschen-) Federn wird der Stahl in angegebener Weise präparirt.

Apparate zur Bearbeitung des Stahles.

Bei der weiteren Bearbeitung des Stahles, damit er in seiner Masse gleichförmig werde, wird bis auf geringe Modificationen ganz in gleicher Weise verfahren, wie in den Stahlhütten am Rheine beim Recken oder Gerben des dort aus Spatheisenstein erzeugten Schmelz- oder Rohstahles mittelst der Steinkohle des Ruhr- oder Saarbrück-Bassins. Man trifft selbst, was die Einrichtung der Feuer und Hämmer anbelangt, in mehreren Hütten Yorkshire's Details an, die noch deutlich an die von der englischen Industrie nachgeahmten Vorbilder erinnern. Gehitzt wird der Stahl gewöhnlich in Schmiedeessen ähnlichen Feuern oder Heerden durch Steinkohlen-

klein aus sehr backenden Kohlen und der Heerd ist so eingerichtet, daß das zu hitzende Stück immer von einer Art Gewölbe aus glühenden Kohlen bedeckt ist, ohne jedoch damit in Berührung zu stehen. Manchmal hat man auch Feuer, die mit Coaks betrieben werden und mit einem kleinen Gewölbe aus Backsteinen bedeckt sind; das zu hitzende Stück befindet sich dann zwischen den Coaks und dem Gewölbe. Bis auf die Dimensionen hat dieser kleine Ofen die nämliche Einrichtung wie die Oefen, deren man sich in der englischen Provinz Wales zur Ausarbeitung der für die Weißblechfabrication bestimmten Stürze bedient. Das Recken geschieht mittelst Schwanzhämmer von geringer Hubhöhe, welche, während sie beim Recken und Schmieden roher Stangen eine nur mäßige Geschwindigkeit haben, oft mehr als 300 Schläge in der Minute machen, wenn sie auf schon einmal unter dem Hammer gewesene Stangen wirken. Die Hämmer werden in Yorkshire theils durch Wasser-, theils durch Dampfkraft betrieben.

Der einfach ausgereckte Stahl wird durch zwei auf einander folgende Operationen bearbeitet. Bei der ersten Operation, Schwitzen genannt, werden die von der Cementation gekommenen rohen Barren einzeln gehitzt und erhalten dann unter dem Schwanzhammer eine beiläufig viereckige Gestalt, ohne daß jedoch ihr Querschnitt beträchtlich verkleinert wird; bei der zweiten Operation giebt man der Stange weiße Schweißhitze und streckt sie zu den verschiedenen im Handel geforderten Dimensionen aus. Dieser Stahl ist wenig homogen, unganz und taugt nur zur Fabrication von Objecten mittler Qualität.

Der einmal gegerbte Stahl wird gleichfalls durch zwei Operationen erzeugt. Bei der ersten, das Schweißen genannt, erhält ein Pack (Zange) aus mehreren Stücken rohen Cementstahls weiße Schweißhitze und

und wird nachher mit Vorsicht der Wirkung des Schwanzhammers ausgesetzt, so daß alle Stücke zusammenschweißen. Um dieses Zusammenschweißen leichter und schneller zu bewerkstelligen, legt man manchmal über und unter den rohen Stahl Stangen, welche schon die vorerwähnte Operation des Schwitzens überstanden haben. Die zusammengeschweißte Zange wird dann ins Feuer zurückgebracht und zu den erforderlichen Dimensionen ausgeschmiedet.

Der zweimal gegerbte Stahl wird ganz durch die nämlichen Operationen wie die vorhergehende Sorte dargestellt, nur mit dem Unterschiede, daß hier schon einmal gegerbte Stangen in Arbeit genommen und zu 12 bis 18 zu einer Zange vereinigt werden.

Alle diese Arten, den rohen Stahl auszuarbeiten, haben theilweise den Zweck, dem Stahle die Form und jene Grade von Homogenetät und Hämmerbarkeit zu geben, welche die verschiedenen Stahlarbeiten fordern, und die der rohe Cementstahl durchaus nicht besitzt. Indessen muß bemerkt werden, daß dieser Zweck nur unvollkommen erreicht wird, und daß der rohe Cementstahl dem Recken und Gerben sich viel weniger fügt, als der Schmelzstahl. Das Schweißen erfordert mehr Zeit und Brennstoff und beträchtlichere Kosten.

Wenn der Cementstahl nicht aus Eisen guter Auswahl bereitet worden, so verliert er in den zahlreichen Hitzen, denen er unterworfen wird, sehr schnell seine Stahleigenschaften, und endlich liegt die Hauptursache der geringeren Tauglichkeit des Cementstahles darin, daß die Operation des Gerbens die durch die Cementation erzeugte Mangelhaftigkeit der Continuität in der Masse oder das Unganzsein derselben nicht vollständig hebt.

Bei den Manipulationen, die kurz vorher beschrieben sind, läuft man demnach Gefahr, dem Stahl seine übrigen, ihn charakterisirenden Eigenschaften in dem Maße zu nehmen, als man seine Homogenetät erhöht, und ein Product zu erzeugen, welches von den Fabricanten, die es verarbeiten sollen, zurückgewiesen wird. Diese Umstände und die beträchtlichen Kosten, die das Gerben verursacht, erklären ganz gut, warum die Fabricanten in Yorkshire nach und nach vermocht wurden, so hohe Preise für die ersten Marken oder Zeichen schwedischen Eisens zu zahlen, welche ihnen nebst andern Vortheilen auch noch in der zweifachen oben berührten Rücksicht völlige Sicherheit bieten. Man begreift ferner in gleicher Weise, warum die englischen Stahlhütten auf dem Wege des Cementirens und Gerbens nicht allen Stahl vorzüglicher Sorte erzeugen konnten, dessen die Fabriken der verschiedenen Stahlobjecte bedurften, und warum diese Fabriken noch während der ganzen Dauer des 18. Jahrhunderts ihren Bedarf mit Schmelzstahl des Continents completiren mußten. Es würden in der That die Cementstahlhütten in Europa noch eine nur secundäre Rolle spielen, wenn nicht das Genie eines simplen Arbeiters, durch das dringende Bedürfniß angetrieben, die neue Kunst geschaffen hätte, dem Cementstahle neben den andern Stahleigenschaften auch Homogenetät in der Masse und Gleichförmigkeit in der Textur zu geben, so daß er Producte liefert, die in ihren Qualitäten wenigstens auf gleicher Stufe mit jenen des besten Schmelzstahles stehen. Und diese Kunst sicherte den mit unbegrenzten Fabricationsmitteln versehenen Cementstahlfabriken Englands den unbestreitbaren Vorrang. Sie hat die Fabrication des Gußstahls zum Gegenstande, führte in Yorkshire bereits eine sehr wichtige Abtheilung der Stahlarbeit herbei und ist sicherlich berufen, auch auf dem Con-

tinent eine wichtige Rolle zu spielen, ist aber noch Geheimniß einer geringen Zahl von Fabriken.

Die Gußstahlfabrication.

Geschichtliches über die Erfindung des Gußstahls. Benjamin Huntsman, geboren in Yorkshire 1704, widmete sich in der kleinen Stadt Doncaster der Uhrmacherei und machte daselbst Versuche, aus Cementstahl die für seine Kunst nöthigen Werkzeuge und verschiedene andere Objecte zu verfertigen. In Folge des guten Erfolges seiner Versuche errichtete er 1740 zu Handsworth, einer bei Sheffield mitten unter den reichsten Kohlengruben gelegenen Stadt, das erste Atelier, wo Gußstahl in regelmäßiger Art fabricirt wurde, und welches er in der Folge nach Attercliffe übertrug, wo noch heutigen Tages seine unmittelbaren Descendenten den nämlichen Industriezweig ausüben. Er starb 1776. Bald ergriffen auch andere Fabricanten, und darunter vorzüglich Walker und J. Marshall, diesen Fabricationszweig und gründeten zwei Gießereien in Sheffield und Greenoside. Es entwickelte sich aber diese neue Fabrication nur langsam, und das ganze vorige Jahrhundert hatten die Fabricanten mit den Schwierigkeiten, welche die erforderliche sehr hohe Temperatur verursachte, und mit den Vorurtheilen der Consumenten zu kämpfen, die gewohnt waren, die besseren Stahlsorten aus Deutschland zu beziehen. Nach und nach wurden aber die technischen Schwierigkeiten überwunden, man lernte ganz entsprechende feuerfeste Baumaterialien bereiten, die anfangs überaus großen Fabricationskosten verminderten sich mit jedem Jahre, die Fabricanten stählerner Werkzeuge und anderer Objecte bequemten sich endlich, durch die Wohlfeilheit des Gußstahls angeeifert, zu dessen Anwen-

dung in allen Fällen, wo sie sonst deutschen Stahl verarbeiteten, und entdeckten sogar bald, daß er vor diesem noch mehrere nützliche Eigenschaften voraus habe.

Einfluß der Entdeckung des Gußstahles auf die Cementstahlfabrication.

Heutzutage ist die Umgestaltung, welche die Huntsman'sche Entdeckung in der Stahlfabrication Großbritanniens hervorbrachte, ganz und gar vollendet, und mit jedem Tage werden dem Continente die Folgen hiervon fühlbarer. Seit lange wird kein deutscher Stahl mehr in England eingeführt, die Hütten von Yorkshire führen im Gegentheil jährlich 30 bis 40,000 metrische Centner (à 210 Pfd. Cölln.) Gerb- und Gußstahl in Stäben, Drähten und Blechen aus. In Yorkshire bestanden 51 Gußstahlhütten, in welchen, ungeachtet der Handelsstockungen, wöchentlich 1650 metr. Centner rohen Cementstahles (85,800 metr. Ctr. im Jahre) in Gußstahl umgewandelt werden. Dieses Quantum macht ungefähr $\frac{52}{100}$ der ganzen Production der Cementstahlhütten aus.

Alle Hütten beobachten bis auf einige wenige Nüancen die in Folgendem beschriebene Methode.

Schmelzofen.

Es ist dies ein Tiegelofen mit natürlichem Luftzuge, der in jeder seiner Abtheilungen (Oefen) 2 Schmelztiegel, worin der Stahl, gegen die Verbrennungsgase geschützt, erhitzt wird, aufnimmt. Jeder Ofen ist ein gerades, rechteckiges Prisma, dessen horizontaler Durchschnitt 54 Centimeter (1,7 Fuß) lang und 38 Centimeter (1,2 Fuß) breit ist. Im Untertheile hat er einen aus 5 viereckigen Stäben, deren jede Seite zwischen 25 Millim. (11,25 Lin.)

und 35 Millim. (1,57 Linien) variirt, bestehenden Rost. Im Obertheile befindet sich eine rechteckige Oeffnung, die nur 33 Centim. (1,03 Fuß) lang und 30 Cent. (0,95 Fuß) breit ist. Der verticale Abstand des Rostes von dieser Oeffnung beträgt 91 Cent. (2,85 Fuß). Drei Seitenwände des Prisma's verlängern sich 1,71 Meter (5,39 Fuß) unter den Rost hinab, und die vierte Seite (unterhalb des Rostes) bleibt offen, damit die zur gehörig lebhaften Verbrennung erforderliche große Luftmenge einströmen könne. Oben an einer der geraden Seitenwände des Prisma's ist eine 38 Cent. (1,2 Fuß) breite und 14 Cent. ($5\frac{1}{12}$ Zoll) hohe Oeffnung angebracht, durch welche die Verbrennungsgase in den horizontalen, 2,02 F. langen Canal von gleichem Durchschnitt mit der oben besagten Oeffnung und aus dieser in die verticale Esse abziehen.

Die obere Wand (Decke) des horizontalen Canals ist an der Ofenmündung $4\frac{1}{12}$ *Zoll dick, und der* horizontale Durchschnitt der Esse ist manchmal ein Kreis, gewöhnlicher aber ein Quadrat von $11\frac{5}{12}$ Z. Seite. Die ganze Höhe der Esse über der Decke des horizontalen Canals beträgt 31,94 Fuß.

Selbst die feuerfesten Ziegel würden der außerordentlich hohen Temperatur der Stahlschmelzöfen nicht widerstehen können. Man bildet demnach die Wände dieser Oefen aus einem sehr dichten, im Bruche feinkörnigen und aus reinem Quarze gebildeten, daher ausgezeichnet feuerbeständigen Sandsteine, Ganister genannt. Da dieser Sandstein seiner Härte **wegen mit Vortheil zum Aufschütten der meisten in der Nähe befindlichen Straßen verwendet wird, so sammelt man sorgfältig den Staub und Koth dieser Straßen, und diese pulverige Masse, welche im Wesentlichen aus Quarz besteht, der mit einer Spur thierischer Materie und mit jenem feinen Kohlenpul-**

ver gemengt, vorkommt, womit der Boden aller Fabriksdistricte Großbritanniens imprägnirt ist, ist eben so feuerbeständig, wie der Sandstein selbst und gestattet eine wohlfeilere Anwendung, weil die bei Anwendung des Steines zum Zuhauen nöthige Handarbeit wegfällt. Um die Ofenwände nach Entfernung der beschädigten Theile wieder in guten Zustand herzustellen, braucht man nur das besagte pulverige feuerfeste Material etwas zu befeuchten und damit den 10,5 Zoll breiten Raum auszufüllen, der zwischen dem festen Mauerwerke und einem centralen Kerne von Holz enthalten ist, dem man genau die Gestalt und Stellung des Heerdes giebt. Wo dieses pulverige Material nicht in guter Qualität vorhanden ist, muß der besagte Sandstein angewendet werden, und in diesem Falle werden die Wände, welche mit dem Brennstoff in Berührung sind, in einer Dicke von 4,1 Zoll aus entsprechend zugehauenen und durch etwas Lehm vereinigten Sandsteinen gebildet. Der dann zwischen dieser Sandsteinwand und dem fixen Mauerwerke noch frei bleibende Raum von 6,4 Zoll Dicke wird mit befeuchtetem Straßenstaube mittler Beschaffenheit ausgefüllt.

Allgemeine Einrichtung und Dimensionen einer Schmelzhütte.

Die Einrichtung der Oefen, die niemals einzeln vorkommen, ist in allen Hütten die nämliche. Die Zahl der neben einander gesetzten Oefen ist nie geringer als 4 und selten größer als 10. Die Essen sind alle in einem 3,22 Fuß dicken Mauerwerke vereinigt, wo ihre geradlinigten Axen in einer und derselben Ebene liegen. Die Axen je zweier aneinander stoßender Essen sind 31,15 Zoll von einander entfernt. Die oben in jedem Ofen vorhandene Oeff-

nung mündet im Boden (der Sohle) der Schmelzhütte, welcher 3,79 Fuß über dem Niveau des Hofes (Erdreiches) liegt, und in welchen aus der eigentlichen Schmelzhütte eine Bogentreppe hinabführt. Während des Schmelzprocesses sind die besagten oberen Oeffnungen der Oefen mit Deckeln geschlossen, welche aus breiten, mittelst Druckschrauben in einem eisernen Rahmen festgehaltenen Ziegeln gebildet sind. Die ganze Hütte hat in der Regel die Gestalt eines Rechtecks; die Länge der einen von dem Essengemäuer gebildeten Seite dieses Rechtecks wird durch die Zahl der Oefen bestimmt. In einer Hütte mit 10 Oefen beträgt diese Länge 26,22 Fuß.

Unmittelbar unter dem Hüttenraume befindet sich immer ein gewölbter Keller, dessen Sohle (Grund), die sich in gleichem Niveau mit der Sohle des Aschenraums der Oefen befindet, 44,87 Fuß unter dem Boden des Hofes (Erdreiches) liegt. Zu beiden Seiten der Schmelzhütte befinden sich zwei kleine Magazine im gleichen Niveau mit dem Hofe. Das eine dient zur Deponirung der Coaks und des feuerfesten Thones. Auch werden hier die Schmelztiegel verfertigt. In dem andern Magazine werden die zur Fabrication nöthigen Rohstoffe und die Fabricationsproducte aufbewahrt; auch wird hier der rohe Stahl zerschlagen. In dieses letztere Magazin hinein verlängert sich auch der Boden (die Sohle) der Schmelzhütte zu einem kleinen Ofen hin, worin die Schmelztiegel zur Rothgluth erhitzt werden, bevor man sie in die Schmelzöfen einsetzt. Zwei Treppen gestatten die Coaks und den Cementstahl aus den Magazinen unmittelbar zu den Oeffnungen der Schmelzofen zu bringen. Eine andere Stiege setzt den Keller mit dem Stahlmagazine in Combination und erleichtert, da sich während des Schmelzens hier häufig die Ar-

beiter aufhalten, die Ueberwachung des Rostes, die keinen Augenblick unterlassen werden darf.

Eine andere Treppe, die unter der Bogen- oder Freitreppe hingeht, und zu welcher ein Fenster führt, trägt dazu bei, daß unter das Gewölbe Luft und Licht gelangt.

Schmelztiegel.

Die Tiegel, worin der Stahl geschmolzen wird, machen einen wichtigen Theil des Materials aus, und es bedurfte einer langen Reihe von Versuchen, bis man die Formen und Dimensionen der Tiegel fand, bei welchen der geringste Brennstoffverbrauch und der kleinste Abgang an Stahl stattfindet. Daß diese Fragen heut zu Tage vollkommen in's Reine gebracht sind, zeigt die beinahe völlige Gleichförmigkeit und Uebereinstimmung, die man in dieser Beziehung in allen Hütten findet.

Die Tiegel bestehen im Wesentlichen aus feuerfestem Thone aus der Gegend von Stourbridge (Worcestershire), welcher in den metallurgischen Werkstätten Großbritanniens die nämliche Rolle spielt, wie der Thon von Forges im nördlichen Frankreich und der von Andenne in Belgien. Da jedoch dieses Material wegen der beträchtlichen Entfernung, aus der es kommt, in Sheffield ziemlich hoch im Preise ist, so mengt man es gewöhnlich zur Hälfte mit einem Thone geringerer Qualität aus der Nähe von Sheffield. Man setzt ferner dem Gemenge etwas Coakspulver und gepülverte Scherben unbrauchbar gewordener Tiegel zu und bildet aus dem Ganzen einen gleichartigen, compacten Teig.

Eigenschaften des Thones zu Schmelztiegeln.

Nach comparativen Versuchen eines geschickten Fabricanten in Sheffield eignet sich der Thon von Stourbridge besser für die Schmelztiegel, als andere Arten feuerfesten Thones Großbritanniens und des Continents. Er konnte keinen Thon finden, der nacheinanderfolgenden Schmelzungen widerstand, während Tiegel aus Thon von Stourbridge oft sechs Schmelzungen aushalten. Der Thon von Stourbridge wird, an einem trockenen Orte aufbewahrt, zu einer consistenten Masse, die sich schwer mit der Hand zerdrücken läßt, selbst schwachen Hammerschlägen widersteht, sich mit dem Nagel ritzen läßt und mit dem Messer zerschnitten eine gewisse Politur oder Glätte annimmt. Er hat eine dunkelschwarzbraune Farbe, und *sein Bruch zeigt auffallend* zweierlei Aussehen; gewisse Theile sind *matt* und erdig, dabei ziemlich erdig und weich anzufühlen, die andern sind hingegen glatt, glänzend und erinnern an das Aussehen der glänzenden Flächen, welche gewisse faserige Brauneisensteine zeigen. Er läßt sich im Mörser sehr leicht pulverisiren und besteht, wenn man ihn nachher durch ein Seidensieb passirt, großentheils aus beinahe unfühlbaren Partikelchen. Seine Masse ist vollkommen homogen, denn wenn man sie wäscht und die zurückgebliebenen Fragmente dann in einem Porphyrmörser zerreibt, so erhält man ein unfühlbares Pulver, das mit dem durch das Waschen abgesonderten Pulver ganz identisch ist. Der trockne Thon absorbirt sehr schnell Wasser, wenn man ihn damit in Berührung bringt, und er zerfällt dann leicht bei Anwendung von Druck, bildet aber keinen Teig, wie die fetten Thonarten, die in

der Glasfabrication zu Tiegeln verwendet werden. Der Thon von Stourbridge enthält keine andern fixen Bestandtheile, als Kieselerde und Thonerde; auch nicht die geringste Spur von alkalischen Erden oder Metalloxyden. Er unterscheidet sich übrigens von den meisten andern feuerfesten Thonarten durch ein großes Verhältniß der Thonerde, die er enthält. Die erdige Masse, welche im Wesentlichen den Thon ausmacht, ist innig mit einem brennbaren Stoffe gemengt, der bei'm Calciniren (Glühen) in verschlossenen Gefäßen einen kohligen Rückstand läßt; dieser färbt jedes Partikelchen der erdigen Masse dunkelgrau und verflüchtigt sich nur durch sehr lange fortgesetztes Rösten. Diese so innige Mengung mit Kohlenstoff scheint zur Erhöhung der Feuerbeständigkeit des Thones beträchtlich beizutragen. Herr le Play fand den Thon von Stourbridge zusammengesetzt aus 0,461 Kieselerde, 0,338 Thonerde, 0,128 Wasser in Verbindung mit flüchtigen brennbaren Stoffen, 0,015 Kohle, erzeugt durch Calciniren in einem geschlossenen Gefäße. Der Thon von Stannington zeigt beinahe die nämlichen äußeren Charaktere, wie der von Stourbridge, nur ist seine Farbe weniger dunkel. Er ist auch nicht so homogen, indem man durch Wasser leicht glänzende Glimmerblättchen absondern kann; er ist auch noch weniger, wie der Thon von Stourbridge, geneigt, mit Wasser einen Teig zu bilden. Im geschlossenen Gefäße calcinirt, giebt er einen dunkelgrauen Rückstand, aber das Rösten macht diese Farbe nicht verschwinden und verursacht keinen Gewichtsverlust. Hr. le Play fand ihn zusammengesetzt aus 0,420 Kieselerde, 0,409 Thonerde, 0,001 Bittererde, 0,013 Kalk, Spuren von Eisenoxyd und 0,147 gebundenes Wasser. Das Gemenge beider Thonarten, das man auch zur Tiegelfabrication verwendet, besteht für jeden Tiegel aus

10 Pfund getrockneten und pulverisirten Thones von Stannington, 10 Pfund pulverisirten Tiegelscherben und wenig Coakspulver. Man befeuchtet diese Materialien mit der zur Erzeugung eines zusammenhängenden Teiges, der die ihm gegebene Form behält, nöthigen Wassermenge. Ist der Tiegel auf die im Folgenden angegebene Weise geformt und in mäßiger Rothglühhitze gebrannt worden, so sieht man im Bruche deutlich, wie die nebeneinander liegenden erdigen Theilchen und die kleinen Coaksüberreste durch ein graues thoniges Cement vereinigt sind. Diese Bestandtheile hängen nur schwach zusammen und zerfallen durch den Hammerschlag leicht in Pulver. Hr. le Play fand das Gewicht eines geglühten Tiegels im Mittel 16 Pfd. 6 Loth. Hat der Tiegel bereits zum Stahlschmelzen gedient, so zeigt sich seine Textur (Gefüge) vollkommen verändert. Der Teig ist in ein glasiges Email von außerordentlicher Härte, so daß es von der Feile nicht angegriffen wird, umgewandelt, hat eine sehr dunkle, schwarze Farbe, die sich nur durch geringern Glanz von jener der eingekneteten Coaksfragmente unterscheidet. Das glasige Gefüge tritt immer mehr hervor, und die Poren werden immer weniger und kleiner (mikroskopischer), je länger der Tiegel der Stahlschmelzhitze ausgesetzt bleibt. Bei einem Tiegel, der versuchsweise während fünf Schmelzungen dieser Hitze ausgesetzt gelassen worden, war die erdige Materie in ein schwarzes, sehr verglas'tes und vollkommen homogenes Email umgewandelt, welches, aus dem Ofen kommend, sich streckbar zeigte, wie halb erkaltetes Glas.

Art, die Tiegel zu verfertigen.

Die Fabrication der Stahlschmelztiegel erfordert weniger Handarbeit, als jene der Tiegel, die in den

Glas- und Zinkhütten angewendet werden. Sie geschieht mittelst Formen, deren eine man in Fig. 119, Taf. **XII**. sieht. **a, a** ist ein innerlich sorgfältig und rein ausgebohrter, nach Oben sich etwas erweiternder und an beiden Enden offener Cylinder aus Gußeisen und von gleicher Höhe mit den zu fabricirenden Tiegeln. **b, b** ist ein gußeiserner Sockel (Bodenplatte), der in einen Holzklotz fest eingelassen und mit einer cylindrischen Vertiefung versehen ist, in welche das untere Ende des Cylinders **a, a** eingepaßt ist. Im Mittelpunct hat der Sockel eine Vertiefung zur Aufnahme des untern Endes des Kernes **c, c** aus sehr hartem und schwerem Holz (wie es die tropischen Gegenden liefern), der die innere Gestalt der zu erzeugenden Tiegel hat, und durch den eine starke eiserne Achse hinabgeht, deren unteres Ende in der besagten Vertiefung im Centrum des Sockels ruht, während das obere Ende einen abgerundeten Kopf trägt, der die Bestimmung hat, Schläge eines schweren Hammers zu empfangen. Ueber dem Holzkern **c, c** befindet sich eine kreisrunde gußeiserne Scheibe **e, e**, die einen gleichen Durchmesser mit dem obern Ende des Cylinders **a, a** hat. Wird nun das untere Ende der Achse d des Kernes **c, c** in die dafür bestimmte Vertiefung des Sockels eingeführt, so bleibt zwischen dem Kern **c, c** in der Form **a, a** ein leerer Raum, welcher genau die Gestalt hat, die man dem Tiegel geben will.

Um nun einen Tiegel zu formen, überzieht der Arbeiter zuerst die zwei Theile der Formen mit einer Schicht Oel, setzt dann den Cylinder **a, a** in den Sockel **b, b** ein (wie es die Fig. 119 zeigt), bringt hierauf in den Cylinder die oben angegebene Menge (20 Pfund) des Thonteiges und drückt in die Mitte dieses Teiges den Kern **c, c** so ein, daß seine Achse stets vertical bleibt und mit der Achse des Cylinders

a, a zusammenfällt. Wenn der Widerstand des Thones endlich so groß wird, daß ihn der Arbeiter durch bloßen Druck nicht mehr gewältigen kann, so treibt der Arbeiter den Kern vermittelst eines mit beiden Händen geführten Hammers so lange weiter ein, bis das untere Ende der eisernen Achse dieses Kernes in die für dasselbe bestimmte Vertiefung im Sockel b eingedrungen und die oben am Kern befindliche Eisenscheibe in die obere Oeffnung des Cylinders hineingetreten ist, wie man dies Alles in Fig. 119 sieht. Um den geformten Tiegel aus der Form herauszunehmen, braucht man nur den Kern herauszuziehen, das im Boden des Tiegels durch die eiserne Achse d des Kernes gebildete Loch zu verstopfen, den Cylinder a mit dem darin befindlichen Tiegel aus dem auf seiner Unterlage unverrückbar befestigten Sockel b, b herauszunehmen, den Boden des Tiegels auf eine kreisrunde Scheibe von Holz (m Fig. 120), welche einen etwas kleinern Durchmesser, als der Tiegelboden hat und von einer eisernen Stange n getragen wird, zu stellen und den Cylinder a, a vorsichtig zu halten, so sinkt dieser durch sein eignes Gewicht hinab und läßt den Tiegel isolirt auf der Scheibe m stehend zurück. Der Arbeiter vollendet hierauf die Form des Tiegels dadurch, daß er ihn oben durch einen gelinden Druck verengt und ihm so die in Fig. 121 genau dargestellte Gestalt giebt. Der Tiegel hat demnach seine größte Weite 1 Decimeter (3 Zoll 11 Linien) unter seiner Mündung. Sein größter äußerer Durchmesser beträgt 19 Centimeter (7,1 Zoll) und der correspondirende innere Durchmesser 16 Centim. (6 Zoll). Der äußere Durchmesser der Mündung ist 17 Centim. (6 Zoll 4½ Linien). Die Dicke der Tiegelwand nimmt allmälig ab von 3 Centim. oder 1,13 Zoll (Dicke am Boden) bis 14 Millimeter oder 6,3 Linien (Dicke am obern Rande).

Die Untersätze (Untersetzer), auf welche die Tiegel beim Schmelzen gestellt werden, sind kleine Cylinder (in Fig. 121) von 13 Centim. (4, 9 Zoll) Durchmesser und 8 Centim. (3½ Zoll) Höhe. Die größte Dicke der gegen die Mitte etwas gewölbten Deckel u der Tiegel ist 4 Centim. (1, 8 Zoll).

Es ist wesentlich, daß die Tiegel nur sehr langsam das beim Formen zugesetzte Wasser verlieren; man läßt sie deßwegen auch einige Tage in dem Locale, wo sie geformt werden, stehen und stellt sie nachher auf Gestellen mit mehren Etagen auf, die an den Mauern der Schmelzhütte, wo wegen der Nähe der Schmelzöfen eine ziemlich hohe Temperatur herrscht, befestigt sind.

Die Verfertigung der Tiegel ist eine sehr mühselige Arbeit, und ein guter Arbeiter bringt mit 108 Tiegeln, die eine Schmelzhütte mit 10 Oefen bei'm stärksten Betriebe jede Woche braucht, wenigstens 6 Tage zu. Man kann nicht begreifen, warum man in einem Lande, wo die Handarbeit so theuer ist, diese Arbeit nicht schon lange durch eine Maschine vermindert hat, deren Einrichtung sich von selbst aufdringt, und bei welcher der Kern in die Thonmasse durch eine Schraubenspindel eingedrückt werden könnte, welche durch eine mit dem Sockel unveränderlich verbundene Mutter ginge.

Gießform zum Gießen des geschmolzenen Stahles.

Wenn der Stahl geschmolzen und flüssig geworden ist, so wird er in gußeiserne Formen (Fig. 122) gegossen, die am obern Ende offen, am untern hingegen geschlossen sind und aus 2 Theilen bestehen, die in einander passen, und die, während der Stahl eingegossen wird, durch Keile zusammengehalten wer-

den, welche man mittelst eines Hammers zwischen die Gießform und die zwei auf dieselbe aufgesteckten schmiedeeisernen Ringe r, s eintreibt. Die Gestalt der Gießformen variirt etwas in den verschiedenen Hütten und je nach der letzten Bestimmung des durch das Gießen zu erzeugenden Productes. Gewöhnlich erhält der Gußstahl die Gestalt achteckiger Prismen von 25 — 30 Quadratcentim. (9,4 — 12,1 Quadratzoll) Durchschnitt und 60 Centim. (2,2 Fuß) Länge. Die Gießformen werden zum Behuf des Gießens paarweise und gegen den Rand einer kleinen, am Boden der Schmelzhütte angebrachten Grube geneigt aufgestellt.

In einer Stahlgießerei sind auch noch nöthig: Zangen zum Herausnehmen der Tiegel aus dem Feuer (Fig. 123) und zum Eingießen des Stahles in die Gießformen (Fig. 124); ein großer Trichter von Eisenblech und eine lange *Eisenstange* (Fig. 125) zur Beschickung der *Tiegel*; ferner Schürstangen zum Reinigen des Rostes und gehöriger Anordnung der Coaksstücke im Ofen; Körbe zum Transportiren und Aufgeben der Coaks; Hämmer zum Zerschlagen der Cementstahlstangen und endlich Schraubstock und andere Werkzeuge, um im Erforderungsfalle die Gießformen zuzurichten.

Rohstoff, Brennmaterial und Arbeiter.

Der zur Fabrication des Gußstahls zu verwendende rohe Cementstahl wird vermittelst eines Hammers in Stücke von zweierlei Sorten geschlagen: die einen, welche die ganze Breite der Stange behalten, sind um 22,5 — 31,5 Linien kürzer, als die Höhe des Tiegels, so daß sie im Tiegel aufrecht gestellt werden können; die andern sind kleine, unregelmäßige, wenigstens 3,6 bis 7,2 Cubikzoll große Stücke.

befindet sich bei der Schmelzhütte auch eine Werkstatt, worin Gußstahl verarbeitet wird, so giebt man mit dem Cementstahl auch eine gewisse Menge Abfälle und Ausschuß in den Tiegel.

Die Coaks sind in den meisten Hütten dicht, sehr hart, aus einer vollkommen verglasten Masse bestehend, die mit zum größten Theil nur mikroskopisch kleinen Vertiefungen besäet und hin und her mit Rissen durchzogen ist. Dieser Risse und Sprünge wegen variirt ihre mittlere Dichte von 0,75 bis 0, 92. Eingeäschert hinterlassen sie einen lehmigen Rückstand, der mit Säuren nicht braust und gewöhnlich nur durch etwas Eisenoxyd gefärbt ist. Eine Analyse von Coaks, die als die besten zum Stahlschmelzen anerkannt sind, gab 0,837 fixen Kohlenstoff, 0,039 brennbare, flüchtige Bestandtheile, 0,015 hygrometrisches Wasser und 0,109 sehr feuerfeste, lehmige Asche. Vor der Anwendung werden die Coaks in 22,5—71,2 Cubikzoll große Stücke zerschlagen. Der Staub und das Coaksklein, welche sowohl durch dieses Zerschlagen entstehen, als auf dem Boden des Magazins zurückbleiben, werden entweder im Schmelzofen zum Anheizen und in der Zwischenzeit zwischen zwei Schmelzungen derselben Campagne, oder in dem Ofen zum Brennen der Tiegel verwendet.

Die Größe des bei einer Stahlschmelzerei beschäftigten Personals richtet sich nach der Zahl der im Betriebe erhaltenen Schmelzöfen. Eine Hütte, die 10 Schmelzöfen in vollem Gange erhält, d. h. wöchentlich durch 5 Tage schmelzt, braucht 7 bis 8 Arbeiter, als da sind: a) der Werkführer (Schmelzer), welcher die ganze Arbeit überwacht, die rohen Stahlstangen mit dem Hammer zerschlägt, die Beschickung für jeden Tiegel herrichtet, den geschmolzenen Stahl in die Formen gießt und an den Reparaturen der Oefen Antheil nimmt u. s. w.; b) zwei Gießer (Her-

ausnehmer), denen insbesondere alle beim Gießen erforderlichen Operationen obliegen; sie allein nehmen die Tiegel aus den Oefen und tragen sie dem Werkführer zu; c) der Formenzurichter, welcher dem Werkführer die Gießformen herrichtet und die gegossenen Stangen nach dem Erstarren aus den Formen nimmt; er unterstützt auch die Gießer beim Coaksaufgeben während des Schmelzens; d) der Coakszuträger, welcher die Coaks in Körbe füllt und in die Schmelzhütte trägt, übrigens ebenfalls die Gießer bei allen ihren Manipulationen unterstützt; e) der Rostüberwacher, ein Knabe von 10—12 Jahren, der sich gewöhnlich im Keller aufhält, um die Gießer davon in Kenntniß zu setzen, wenn das Aussehen des Rostes die erfolgte Durchlöcherung eines Tiegels anzeigt. Oft formt er überdies in einem gußeisernen Modell die Untersätze (Untersetzer) für die Tiegel, verkleinert mittelst eines Hammers die Scherben alter Tiegel, welche nach Entfernung der *verglasten Theile*, wie früher angegeben wurde, der übrigen Tiegelmasse zugesetzt werden; endlich hilft er, wenn die Schmelzöfen nicht im Gange sind, dem Tiegelverfertiger; f) der Tiegelverfertiger, der, wie schon oben gesagt, in einer Hütte, die 10 Schmelzöfen in voller Thätigkeit erhält, ununterbrochen beschäftigt ist.

Gang der Arbeit in einer Stahlschmelzhütte.

Eine Campagne der Stahlschmelzöfen dauert nie über fünf, oft nur drei Tage, und obgleich die Oefen während der ganzen Campagne im Feuer bleiben, so arbeiten sie doch alle 24 Stunden nur 10 Stunden. In einer Hütte, in welcher wöchentlich 5 Tage geschmolzen wird, muß die Reparatur der Oefen immer Sonntag Abends beendigt sein; man heizt dann zuerst jeden Ofen mit großer Vorsicht an, da-

mit die Ofenwände trocknen und nur sehr allmälig die zum Schmelzen des Stahles erforderliche hohe Temperatur erlangen. Zu diesem Ende wirft man auf den Rost einige Schaufeln voll brennender Steinkohlen, bedeckt sie mit frischen Coaks, und wenn diese Masse in Brand zu gerathen anfängt, wird noch Lösche aufgegeben; es wird der horizontale Canal mit einem eingesetzten Ziegel beinahe ganz verstopft und die Ofenmündung mit dem Deckel verschlossen. Es erfolgt so währerd der folgenden Nacht eine dumpfe Verbrennung unter gehemmtem Luftzug und durch diese die vorbesagte Austrocknung und allmälige Temperaturerhöhung bis zur dunkeln Rothgluth. Ganz in gleicher Weise wird mit allen in Gang zu bringenden Oefen verfahren.

An demselben Abend bringt man auch auf den Rost des Tiegelbrennofens etwa 2 Zoll hoch brennendes Coaksklein, von einem Steinkohlenfeuer kommend, welches auf einem anliegenden Rost beständig unterhalten wird, stellt darauf die Tiegel, die den nächsten Morgen in Gebrauch genommen werden sollen und füllt dann den Ofen ganz mit Coaksklein, so wie es im Coaksmagazin übrig bleibt, oder mit den Coaksstücken, die unverbrannt in die Aschenräume hinabfallen, ganz voll. Montag Mittag wird zum eigentlichen Anheizen der Oefen geschritten. Zu diesem Ende entfernt man mit einer Krücke die pulverige Masse, die man bis dorthin in den Ofen gelassen hat, reinigt den Rost gut und setzt die Tiegel ein. Die Mitten (Achsen) der beiden Tiegel, die in einem Ofen zu stehen kommen, müssen sich in der nämlichen Verticalebene und in gleichen Entfernungen von den zwei größeren Seitenwänden des Ofens befinden; sowohl zwischen den zwei Tiegeln selbst, als zwischen den Tiegeln und den kleinen Seitenwänden des Ofens bleibt (in der besagten Verticalebene ge-

messen) ein 22,5 Linien breiter Raum leer. Bei dieser Anordnung der Tiegel beträgt der Abstand der Tiegel von einander und von den größern Seitenwänden des Ofens 3,5 Zoll. Man setzt nun die Deckel auf die leeren Tiegel, füllt die Oefen mit frischen Coaks an, verstopft die horizontalen, zur Esse führenden Canäle und schließt die Oeffnung oben in jedem Ofen. Es entsteht nun sogleich ein sehr starker Zug, und im Verlauf von einer halben Stunde erreicht der Ofen eine sehr hohe Hitze.

Jetzt wird zur Beschickung der Tiegel geschritten; zu diesem Behufe deckt man sie ab, steckt den im Vorhergehenden erwähnten und in Fig. 125 dargestellten Trichter von Eisenblech hinein, und nun giebt der Werkführer zuerst 2 oder 3 etwa 12,3 Zoll lange Stahlstücke hinein. Um aber die Tiegel gegen Stöße zu schützen, bringt schon vorher ein Gießer in den Trichter hinein eine gerade Stange, die in Fig. 125 angezeigte Stellung ihr gebend. Die Stahlstücke werden senkrecht an die eine Seite des Tiegels gestellt und der Zwischenraum zwischen denselben und der entgegengesetzten Seite wird hierauf mit kleinen Stahlstücken angefüllt. Diese Anordnung hat zum Zweck, in die Tiegel möglichst viel Stahl hineinzubringen. Oft macht man beim Beschicken, wie ich schon angegeben habe, den Beschluß mit Abfällen von Stahlblech, Stahldraht und dem Ausschuß der verschiedenen Fabricationsartikel. Die ganze Beschickung eines Tiegels variirt von 28 bis 36 englische Pfund, gewöhnlich beträgt sie 30 englische Pfund.

Nach erfolgter Beschickung werden die Deckel wieder auf die Tiegel gesetzt, die Oefen mit frischen Coaks gefüllt, die oberen Mündungen der Oefen mit den betreffenden Deckeln verschlossen und das Schmelzen begonnen.

Führung des Feuers.

Zur Erzeugung und Unterhaltung der zum Schmelzen des Stahles erforderlichen hohen Hitze müssen Coaks, welche die früher angegebenen Bedingungen erfüllen, angewendet und überdies noch gewisse Regeln beim Aufgeben dieses Brennmaterials beobachtet werden.

Das Aufgeben des Brennmaterials darf nicht zu oft stattfinden, weil dabei der Ofen in doppelter Weise eine Abkühlung erfährt, einmal, weil durch Oeffnung der oberen Mündung zeitweilig der Zug vermindert, und das andere Mal, weil ein kalter Körper in den Ofen gebracht wird. Es ist viel besser, selten, aber immer in großen Gichten, den Brennstoff aufzugeben. Gewöhnlich werden von Stunde zu Stunde in jedem Ofen 35¼—44½ Pfd. aufgegeben. Zu diesem Ende werden die im Ofen zurückgebliebenen Coaks mit einem Schüreisen zusammengehäuft und nachher langsam die neue Gicht so aufgeschüttet, daß der leere Raum möglichst ausgefüllt wird. Während ein Arbeiter die Coaks aufschüttet, vertheilt ein anderer mittelst einer Schürstange die Stücke gleichmäßig, zieht jene, die in den horizontalen Essen oder Canälen hineingefallen sind, aus diesen heraus, um den Zug in gehöriger Wirksamkeit zu erhalten und häuft die Coaks an der dem Canal gegenüber liegenden Ofenwand zu einer geneigten Fläche an. Alles dies muß in weniger als zwei Minuten geschehen sein. Da die Coaksasche feuerfest ist, so wird durch sie der Rost nicht verstopft und sie erfordert somit von Seiten der Arbeiter nur geringe Sorgfalt. Nur manchmal sieht man zwischen den Roststangen eine verglas'te flüssige Masse in Fäden hinabfallen; aber auch dann bedarf es keiner besondern Reinigung der Roststäbe mittelst Brechstangen.

Das Schmelzen des Stahles ist gewöhnlich 4 Stunden nach dem Beschicken vollendet. Der Gießer überzeugt sich von dem Zustande der Beschickung durch Abdecken der Tiegel. Die Arbeiter sorgen beim Aufgeben der Coaks dafür, daß der Obertheil der Tiegel von Coaks entblößt sei, wenn der Augenblick des Gießens herankommt. In den Oefen, wo die Schmelzung noch nicht ganz vollendet ist, wird immer noch etwas Brennstoff aufgegeben, und man gießt aus diesen Oefen zuletzt.

Gießen und Formen des geschmolzenen Stahles.

Das Gießen des Stahles zu Barren muß mit größter Schnelligkeit geschehen und fordert das Zusammenwirken aller Arbeiter. Die Gießer ergreifen mittelst der dazu bestimmten und *in Fig.* 123 abgebildeten Zange die Tiegel, *welchen die Untersätze* (Untersetzer) und die Deckel anhängend bleiben, und stellen sie vor den Werkführer hin, der sie wieder mit einer andern, in Fig. 124 abgebildeten, Zange ergreift, mit einem schwachen Hammerschlage den Deckel losmacht und den ganzen Inhalt sogleich in eine Gießform gießt. Das Metall ist sehr flüssig und wirft zahlreiche Funken umher, die noch einige Secunden nach Eingießen der ganzen Beschickung in die Form aus dieser herausspritzen. Der Arbeiter kann den vollen, 45 Pfd. schweren Tiegel nur aufheben, indem er die Zange mit beiden Händen ergreift und fest an seinen Körper anhält. Hierbei würde er sich seine Hände und Kleider verbrennen, wenn er sie nicht mehrfach mit Wolle umhüllt hätte. Der entleerte Tiegel wird ohne besondere Behutsamkeit auf den Boden der Schmelzhütte hingeworfen, wo er so lange liegen bleibt, bis auch der andere Tiegel desselben Ofens auf gleiche Weise entleert worden, wo dann beide Tiegel, mit

ihren Deckeln bedeckt, leer in den Ofen zurückgebracht und darin nach Verschließung desselben und nach Aufgeben von etwas frischen Coaks wieder gehitzt werden. Auf die angegebene Art wird ohne Unterbrechung nach und nach mit jedem Ofen der Hütte verfahren. Während dieses Manövers richtet der Formenzurichter immer neue, sorgfältig getrocknete Gießformen vor, entfernt die bereits angefüllten, nimmt sie, nachdem der Stahl erstarrt ist, auseinander und stürzt im Hofe die Gußstahlbarren heraus, damit sie, ohne den Arbeitern nachtheilig zu sein, daselbst erkalten.

Nachdem das Gießen und Wiedereinsetzen der leeren Tiegel in die Oefen beendigt ist, giebt man diesen Tiegeln eine frische Beschickung von rohem Cementstahl, indem hierbei die Oefen in derselben Ordnung wie beim Gießen genommen werden, und leitet nachher das Feuer wie vorher. Dieses zweite Schmelzen unterscheidet sich von dem ersten nur darin, daß, da die Oefen jetzt eine höhere Hitze besitzen, das Schmelzen gewöhnlich schon in 3 Stunden und mit 3 Coaksgichten beendigt ist. Nach einem dritten, im Mittel ebenfalls 3 Stunden dauernden Schmelzen kommen die Tiegel außer Dienst und die Operation wird bis zum folgenden Tage unterbrochen. Zu diesem Ende reinigt man sorgfältig den Rost und die Wände jedes Ofens, bringt Coaksabfälle ein, wie des Tages vorher geschehen, schließt die Mündung des horizontalen Canals mit einem Ziegelsteine und die obere Oeffnung des Ofens mit dem betreffenden Deckel und setzt endlich die Tiegel, die am folgenden Tage in Gebrauch genommen werden sollen, in den zum Brennen derselben dienenden Ofen ein. Dienstags Abends 6 Uhr wird wieder angeheizt, so wie dies Montags geschehen, nur mit dem Unterschiede, daß, da jetzt die Oefen viel heißer sind, die Dauer des

Anheizens vor der ersten Beschickung auf eine Viertelstunde beschränkt werden kann. Es werden wieder drei Schmelzungen nach einander gemacht, und es wird in dieser Art bis Freitags Abends fortgefahren. Die Oefenwände sind dann, selbst wenn die Materialien die gewünschte Qualität besitzen, so beschädigt, daß das Schmelzen nicht mehr fortgesetzt werden kann, und man benutzt den Samstag und Sonntag zum Abbrechen und Wiederaufbauen der innern Schachtmauern; Sonntags Abends 6 Uhr beginnt endlich wieder das Anheizen und hiermit eine neue Campagne.

Die Tiegel sind, nachdem sie die dritte Schmelzung überstanden haben, keineswegs absolut untauglich zum weitern Gebrauche; die Mehrzahl derselben könnte noch eine oder zwei Schmelzungen aushalten, allein die Erfahrung hat gezeigt, daß die Tiegel dann doch öfter zu Grunde gehen, und daß der Verlust an Stahl, der hierdurch erlitten wird, die Ersparung auf- und sogar überwiegt, die durch öftern als dreimaligen Gebrauch eines und desselben Tiegels erzielt wird.

Ungeachtet der großen Sorgfalt, welche bei Verfertigung der Tiegel beobachtet wird, geschieht es doch öfters, daß sie während des Schmelzens Risse oder ein Loch bekommen, wo dann ihre ganze Beschickung aus-, und durch Einfluß des oxydirenden Mittels, das sie passirt, ganz ungeändert in den Aschenraum hinabrinnt. Werden die Gießer durch den Wächter, indem dieser glänzende Funken durch den Rost hinabfallen sieht, von einem solchen Unfall noch bei Zeiten in Kenntniß gesetzt, so kann dem Verluste des ganzen Tiegelinhalts dadurch vorgebeugt werden, daß die Gießer äußerlich an der beschädigten Stelle des Tiegels einen Klumpen oder Pfropf von feuerfestem Thon appliciren und den Tiegel so neigen, daß die gesunde Seite den Druck des flüssigen Inhalts zu ertragen hat. Fließt der Tiegel ungeachtet der Anwendung dieses Mit-

tels noch aus, so muß er schnell aus dem Ofen genommen werden, um so das zu retten, was noch daringeblieben ist. Dieses Ausrinnen der Tiegel ist beinahe die einzige Ursache des geringen Abganges, der in den Stahlschmelzereien stattfindet. Ein anderer Grund, welcher die Zahl der mit einem und demselben Tiegel vorzunehmenden Schmelzungen beschränkt, ist die allmälige Verminderung seines Volums, die er erleidet, und welche eine entsprechende Verminderung des Gewichts der Beschickung nach sich zieht. Der innere Raum eines an der Luft getrockneten Tiegels beträgt 6,19 Maß; bei einem Tiegel, der zu drei Schmelzungen gedient hatte und noch vollkommen wohl erhalten war, fand man dieses Volum auf 4,41 Maß vermindert, und die Arbeiter mehrerer Schmelzhütten stimmten ganz in der Behauptung übereiu, daß diese Volumverminderung sich bei jeder neuen Schmelzung immer wieder zeigt. Der Einfluß dieser stattfindenden Volumverminderung auf das Gewicht der Tiegelbeschikkung ist so groß, daß die drei Beschickungen eines und desselben Tiegels im Verhältniß von 32 zu 30 und 28 Pfund abnehmen.

Keine Ofen-Campagne dauert über fünf Tage; man ist aber oft wegen minder guter Qualität der feuerfesten Materialien, woraus der Ofen besteht, genöthigt, die Campagne früher zu unterbrechen. Beinahe immer zeigen sich schon nach dreitägigem Heizen die Wände ziemlich bedeutend angefressen, so daß der Brennmaterialienbedarf beträchtlich wächs't. Während der mittlere Bedarf des zweiten Schmelztages 250 Gew.-Theile Coaks auf 100 Gew.-Theile Stahl ist, beträgt dieser Bedarf am fünften Tage oft über 350 Gew.-Theile. Aus diesem Grunde macht man zu Zeiten, wo wegen Stockung im Handel die Oefen nicht im lebhaften Betriebe erhalten werden können, gewöhnlich lieber nur dreitägige Campagnen, als daß

man die Zahl der im Gange befindlichen Oefen vermindert.

Eigenschaften des Gußstahls.

Der Gußstahl nimmt sehr genau die Gestalt der Formen an, in die er gegossen wird. Das Gewicht einer gegossenen Barre variirt zwischen $21\frac{1}{2}$—$28\frac{1}{2}$ Pfd. Obgleich der rohe Cementstahl sehr zerbrechlich (brüchig) ist, so sind die Gußstahlbarren wegen ihres beträchtlichen Querschnittes doch sehr schwer zu zerbrechen. Der frische Bruch zeigt eine graue Farbe ohne bläulichen Reflex, welche etwas an die Farbe des unreinen Antimons erster Schmelzung erinnert. Die ganze Masse ist gewöhnlich besäet mit sehr kleinen Vertiefungen (Höhlungen) von runder Gestalt und irisirender Oberfläche, und beinahe immer ist in der Mitte eine viel größere Höhlung vorhanden, deren irisirende Oberfläche mit einer großen Menge von Stahlkrystallen bedeckt ist. Uebrigens ist der Bruch körnig und uneben und zeigt, im spiegelnden Lichte betrachtet, deutlich eine Neigung zu einem sehr regelmäßigen, blätterigen und faserigen Gefüge. Die Fasern haben alle eine auf die anliegende innere Fläche perpendiculäre Richtung, so daß sie, indem sie sich begegnen, sehr regelmäßig die Diagonalen der quadratischen Querschnitte der Barren sichtbar machen.

Raffiniren des Gußstahls.

Die Gußstahlbarren zeigen in ihrem Mitteltheile immer Höhlungen, welche von der Zusammenziehung des geschmolzenen Metalls beim Erstarren herkommen, und übrigens fehlt ihnen auch die Hämmerbarkeit. Sie müssen daher, um verarbeitet werden zu können, zuvor mehrmals gehitzt und gestreckt werden, durch

welche Operationen, die viel Vorsicht erfordern, jene Stahlsorte erhalten wird, welche man in Yorkshire zweimal raffinirten Stahl heißt. Der raffinirte Gußstahl übertrifft an Qualität im Allgemeinen jene Stahlsorten, welche aus dem nämlichen Eisen und durch zweifaches Gerben des rohen Cementstahles erhalten werden. Er ist weniger unganz und fehlerhaft, ist homogener und behält bei der Verarbeitung seine Stahleigenschaft besser bei.

Der damascirte Stahl und das Härten des Stahls.

Der damascirte Stahl.

Aller Stahl, welcher nach dem Aetzen seiner vorher polirten Oberfläche mit verdünnten Säuren, mit Eisenvitriol oder auch mit Alaun, Schattirungen von dunkleren und helleren Farben zeigt, heißt **Damaststahl**. Unächter Damast wird nur durch theilweises Aetzen der mit einem Aetzgrunde bedeckten Oberfläche des Stahls hervorgebracht, allein davon kann hier keine Rede sein. Bei dem ächten Damast sind die durch die Einwirkung schwacher Säuren auf der Oberfläche des Stahls entstehenden Zeichnungen immer eine Folge der ungleichartigen Beschaffenheit des Stahls. Ein ganz gleichartiger Stahl würde daher zur Damastbildung nicht geeignet sein. Selbst das Stabeisen ist selten so gleichartig, daß sich nicht auf der polirten Oberfläche desselben Damastzeichnungen entwickeln ließen. Man benutzt diese Ungleichartigkeit zuweilen zur Anfertigung damascirter Gewehrläufe, und in andern Fällen schweißt man absichtlich härteres und weicheres Eisen zusammen, raffinirt die erhaltenen Stäbe mehrmals und bereitet auf solche Weise ein Materialeisen zu Gewehrläufen mit feinen Damastzeichnungen.

Ein ganz ähnlicher Erfolg tritt beim Raffiniren des härtern mit dem weichern Stahl ein. Man kann diesen ächten Damast den künstlichen nennen. Man glaubt, daß die besten orientalischen Klingen nur aus künstlichem Damast bestehen, bei welchem der härtere und der weichere Stahl auf eine regelmäßige Weise, nämlich so zusammengeschweißt werden, daß die gleichartige Masse des harten Stahls die Schneide bildet und der weichere im Innern der Masse die Festigkeit der Waffe erhöht.

Der ächte natürliche Damast kann nur auf der Oberfläche eines möglichst gleichartigen Stahls entwickelt werden; er ist das Resultat der in der Stahlmasse mehr oder weniger vollständig ausgebildeten Polycarburete. Es wird daher auf die Behandlung des Stahls beim Erstarren oder beim Glühen ankommen, ob er eine Damastentwicklung zuläßt oder nicht. Schnelles Erstarren zerstört alle Damastbildung; langsames Erkalten oder Glühen des schnell erstarrten Stahls ruft sie hervor. Je mehr Kohle der Stahl hat, desto mehr wird er unter den dazu geeigneten Umständen Damastzeichnungen entwickeln lassen. Je vollständiger sich die Carburete durch langsames Erkalten oder durch anhaltende Glühhitze ausgebildet haben, desto weniger können sie durch das plötzliche Ablöschen des bloß im glühenden Zustande befindlichen Stahls beim Härten wieder gänzlich zerstört werden, obgleich der stark gehärtete Stahl die Damastzeichnungen niemals in dem Grade der Vollendung zeigen kann, wie der schwach oder der gar nicht gehärtete Stahl. Aller natürliche Damast deutet also zwar ebenfalls auf eine ungleichartige Beschaffenheit der Masse, allein diese Ungleichartigkeit ist nicht so groß als die des künstlichen Damastes, weßhalb auch die Grade der Härte beim Härten nicht so auffallend verschieden sind, daß sie sehr große Unterschiede in der

Härte an den verschiedenen Stellen des Stahls hervorbringen können. Dieser natürliche Damast, insofern er nur das Resultat der mehr oder weniger vollständigen Ausbildung der Carburete des Eisens ist, muß mit dem jedesmaligen Umschmelzen des Stahls wieder verloren gehen, weil dann eine völlige Gleichartigkeit der Masse eintritt, von deren Behandlung beim Erstarren oder Glühen es abermals abhängig wird, ob sich die Carburete und mit ihnen die Damastzeichnungen mehr oder weniger vollständig entwickeln. Es giebt aber geschmolzenen Stahl, welcher durch das Umschmelzen seinen Damast nicht verliert, wenn er auch plötzlich erstarrt und nach dem plötzlichen Erstarren nicht ausgeglüht wird. Dies ist der mit andern Metallen und vielleicht mit Erdbasen legirte Stahl. Aber diese Legirungen sind, wie schon früher gezeigt ward, keine Gemische, sondern bloß Gemenge, und verdienen den guten Ruf nicht in dem Grade, der ihnen häufig beigelegt wird.

Das Härten des Stahls.

Man versteht im Allgemeinen hierunter das plötzliche Abkühlen des glühenden Stahls in kalten, am besten tropfbar flüssigen Substanzen. Langsam und von selbst erkaltender Stahl ist wenig härter als Stabeisen und besitzt dieselben Eigenschaften, die er vor dem Glühen hatte.

Die durch das Härten veranlaßten Veränderungen des Stahls sind die folgenden:

1) Er behält die durch die vorhergegangene Erhitzung bewirkte Vergrößerung seines Volums nach dem Ablöschen zum Theil, wogegen der erhitzte und langsam von selbst erkaltete Stahl wieder dasselbe Volum annimmt, welches er vor der Erhitzung hatte.

2) Daher wird durch das Härten die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht, welches er vor demselben hatte, etwas vermindert, was er aber beim langsamen Erkalten dagegen beibehält oder wieder erhält, wenn man ihn nach dem Härten abermals erhitzt und langsam abkühlt.

3) Durch das Härten erhält er eine glatte und völlig metallisch glänzende Oberfläche, indem der Glühspan dadurch abspringt. Stahl, welcher diese Eigenschaft nicht erhält, ist eisenartig.

4) Das Gefüge wird anders, das Korn ganz fein, so daß es nur mit bewaffnetem Auge zu erkennen ist.

5) Die Farbe wird lichter und der Glanz erhöht.

6) Er wird durch das plötzliche Abkühlen ungleich härter, als vorher und behält diese Härte, wenn er nicht wieder geglüht wird.

7) Er erhält dadurch eine größere *absolute* und relative Festigkeit.

8) Bei einer zu großen *und* der Natur des Stahls nicht angemessenen Temperatur-Veränderung nimmt seine Festigkeit ab, die Härte und Sprödigkeit aber nehmen zu, und zwar bei noch gesteigerter Temperatur so, daß sich der Stahl zerpülvern läßt.

Die Zunahme des Volums beim gehärteten Stahl beträgt etwa $\frac{1}{44}$ und ist die Veranlassung von mancher Unbequemlichkeit beim Verarbeiten, besonders beim Zusammenschweißen mit Eisen. Solche Arbeiten ziehen sich beim Härten krumm und müssen bei dem Anlassen erst wieder gerade gerichtet werden, was beschwerlich und mühsam ist. Uebrigens hängen die Volumveränderungen auch von der Hitze ab, in welcher der Stahl behandelt wird, und so können sie daher bei einer und derselben Sorte verschieden sein.

Die Elasticität scheint mit der Härte in einem gewissen Zusammenhange zu stehen, obgleich jene nicht

die Ursache von dieser sein kann, weil sonst die harten Körper auch elastisch sein müßten. Wahrscheinlich wird die Elasticität nur bis zu einem gewissen Grade durch die Härte befördert, worauf die Wirkungen der Sprödigkeit eintreten, weßhalb der härteste Stahl nicht immer der am meisten elastische sein kann. Es darf daher jeder Stahl nicht stärker gehärtet werden, als nöthig ist, um den ganzen Grad der Elasticität zu gewinnen. Je leichter der Stahl die Härte annimmt, desto vollkommener ist er. Stahl, der mit der größten Härte die größte Elasticität verbindet, ist der vollkommenste. Erhält er eine geringere Härte, als er annehmen kann, so wird er zwar härter, aber auch weniger elastisch. Es ist daher nothwendig, daß er denjenigen Härtegrad erlange, der seiner Natur am angemessensten ist, weßhalb Temperatur und Härtemittel danach zweckmäßig abzuändern sind. Jedoch ist dies Alles nicht hinreichend, um dem Stahl diejenige Sprödigkeit zu entziehen, welche mit der größten Härte verbunden ist, und um seine größte Elasticität vollständig zu entwickeln. Es ist daher eine zweite Operation, das Anlassen, erforderlich. Ob das Eintauchen des gehärteten Stahls in ein rothglühend gemachtes Bad von einer leichtflüssigen Mischung von Blei und Zinn das Anlassen unnöthig macht, ist noch nicht genau bestimmt.

Im Allgemeinen muß zwar der weichere Stahl beim Härten stärker erhitzt werden, als der härtere, allein es bleibt die Bestimmung des für jeden Fall angemessenen Hitzgrades doch immer schwierig, weil man kein zuverlässiges und leicht anwendbares Mittel kennt, die Hitzgrade in den höhern Temperaturen zu messen. Die Stärke der Erhitzung muß daher der Erfahrung und den Augen des Arbeiters überlassen bleiben, wobei so leicht eine Täuschung möglich ist, und wobei die verschiedenartige Beschaffenheit eines

und desselben Stahls die Schwierigkeiten noch vermehrt. Die verschiedenen Grade des Glühens sind dem Auge nur durch die dunkleren und lichteren Farben, in denen das Eisen erscheint, bemerkbar, und diese Nüancirungen gehen so unmerklich in einander über, daß nur ein sehr geübtes Auge sie zu unterscheiden vermag. — Manche Stahlarbeiten müssen nicht in offenem Feuer, sondern im Sandbade erhitzt werden, weil sich dadurch wenigstens eine gleichartige Temperatur mittheilen, auch die des glühenden Sandes besser als die des glühenden Gases im offenen Feuer bestimmen läßt.

In je größerer Hitze der Stahl gehärtet wird, um so größer und weißer ist das Korn, und nur, wenn er weich wird, vermindert sich dies wieder, wogegen er aber dann ganz mürbe und sehr spröde geworden ist. Es müssen daher Farbe, Größe und Glanz des Korns die Kennzeichen abgeben, welche bei der Bestimmung des richtigen Temperaturgrades beim Härten die Anleitung geben.

Um von aller Härte und Festigkeit des Stahls Gebrauch zu machen, muß man ihn so lange mit einem nassen Hammer schmieden, bis er aufhört, braunroth zu sein. In diesem Zustande zeigen die Stahlstäbe das feinste Korn, dessen sie fähig sind, sind aber noch weich und müssen gehärtet werden. Zu dem Ende zerbricht man den Stahl in dem weichen Zustande, in welchem er, wie bemerkt, das feinste Korn erhalten hat, und mittelt nun die Temperatur aus, bei welcher das Korn nach dem Ablöschen beim Abschlagen zwar mit einer weißern Farbe, aber gerade so fein zum Vorschein kommt, als im weichen Zustande. Dies ist dann derjenige Hitzgrad, bei welchem der Stahl mit Beibehaltung der größten Festigkeit und Elasticität die größte Härte erhält, welche er überhaupt ohne Verlust oder Verminderung

der Festigkeit und Elasticität annehmen kann. — Ein gröberes Korn zeigt eine zu starke Hitze. Die Oberfläche des Stahls muß nach dem Härten nicht durchaus blank, sondern nur gesprenkelt blank erscheinen, indem jenes schon auf zu starke Hitze deutet. Das Anlassen ist bei diesem sorgfältigen Härten nur bei solchen Stahlwaaren nöthig, von denen mehr Zähigkeit als Härte verlangt wird, wie es denn überhaupt nur die Sprödigkeit hebt und nie ein fehlerhaftes Härten verbessert. Ein zu stark erhitzter Stahl, wenn er auch nicht im Wasser abgekühlt wird, sondern langsam an der Luft erkaltet, hat schon gelitten. Man muß ihn dann noch einmal erhitzen und durch Hämmern mit dem nassen Hammer, wie vorhin erwähnt, verdichten.

Die Härtungsflüssigkeit ist gewöhnlich kaltes Wasser, und zwar am besten fließendes, weil stehendes sich bald erwärmt. Warmes Wasser giebt einen weichern Stahl, als kaltes, weßhalb man im Winter auch den Stahl etwas weniger erhitzen kann, als im Sommer, weil dann das Wasser kälter ist. Hartes Wasser, welches Salze aufgelös't enthält, härtet stärker als sogenanntes weiches Flußwasser. Quecksilber härtet auch stärker, als Wasser, ist bei großen Gegenständen aber nicht anwendbar. Geringere Härtungsgrade lassen sich schon durch Schwingen in kalter, feuchter Luft oder vor dem Blasebalge, die für ganz feine Stahlarbeiten zwischen den kalten eisernen Backen eines Schraubenstockes bewirken. Säuren härten stärker als Wasser; fette Oele, Talg, Wachs und Seife schwächer, weßhalb man sie zur Vermeidung der Hartborsten bei feinen Schneiden anwendet, indem es kaum möglich ist, den dickern Stahl und die feine Schneide so gleichartig zu erhitzen, daß die Schneide nicht schon zu sehr erhitzt sein sollte, wenn die übrigen Theile erst kaum den richtigen Tempera-

turgrad erhalten haben. Beim Härten von Säbelklingen wendet man aus demselben Grunde angefeuchtete Kohlenlösche an.

Man hält dafür, daß gehärtete Stahlstäbe, welche beim Zerschlagen auf dem Bruch sogenannte Rosen, d. h. Flecke, die an den äußern Rändern gelblich und röthlich, nach der Mitte zu aber schwarzblau gefärbt sind, zeigen, die gehörige Güte besitzen; allein über die Güte des Stahls entscheiden sie nicht, sondern sie beweisen nur, daß der Stahl sehr große Härte annehmen kann und nicht mehr stabeisenartig ist.

Das Glühen beim Härten muß nicht langsam, sondern vor einem schwachen Gebläse in durchaus glühenden, frischen und gesunden Kohlen so schnell als möglich geschehen, damit der Stahl keinen Glühspan ansetze und nicht eisenartig werde. Dickere Stellen müssen früher erhitzt und einer stärkern Hitze, als die dünnern, ausgesetzt werden. Eine Ueberhitzung ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

Aller Vorsicht unerachtet, ist es jedoch kaum möglich, den ganz richtigen Härtegrad zu treffen, so daß der Stahl nicht entweder zu wenig hart und zu elastisch oder zu wenig elastisch und zäh und dagegen zu hart würde. Ersteres ist selten der Fall, und bei dem Letztern bleibt Nichts weiter übrig, als einen Theil der Härte durch das Anlaufen oder Anlassen des Stahls, d. h. durch neues Erwärmen, wegzunehmen. Die Abnahme der Härte steht mit der Stärke des Anlassens im Verhältniß; die Elasticität wird nur bis zu einem gewissen Grade größer. Stahlarbeiten, die hart sein sollen, müssen daher sehr schwach oder gar nicht, und solche, die zäh sein sollen, müssen in höherer Temperatur angelassen werden.

Die Anlaufhitze ist dieselbe, bei welcher die Anlauffarben des ersten Grades zum Vorschein kommen.

Man unterscheidet daher auch den strohgelben, goldgelben, kupferfarbenen, purpurfarbenen, violetten und blauen Anlauf. Stahlarbeiten, die zäher und elastischer, als hart sein sollen, läßt man blau anlaufen, die härtesten Werkzeuge strohgelb. Vor dem Anlaufen müssen die Stahlarbeiten polirt werden oder wenigstens eine blanke Oberfläche haben. Ein vollkommen gleichartiger Stahl muß übrigens so genau gehärtet werden können, daß er keines Anlassens bedarf.

Das Anlassen geschieht entweder in offenem Feuer, oder dadurch, daß man die Gegenstände auf gußeiserne, bis zu einem gewissen Temperaturgrade erhitzte Platten legt.

Ergänzungen.

Brennmaterialien.

Zur Vercoakung. (S. 55 ꝛc.)

Hier ist es besonders die Ofenverkohlung, die in neuerer Zeit bedeutende Verbesserungen erlangt hat, indem es vor allen Dingen wesentlich war, die vielen kleinen und Staubkohlen, die beim Steinkohlenabbau fallen, zu benutzen.

Reinheit, Dichtigkeit und Festigkeit sind nothwendige Eigenschaften derjenigen Coaks, die zum Eisenhüttenbetriebe angewendet werden sollen. Werden nun die Staubkohlen, sowie sie aus den Gruben gefördert werden, unmittelbar vercoakt, so geben sie durchaus keine reinen Fabricate, sondern es enthalten dieselben 12 — 15 Procent Asche und die Coaks sind leicht und zerreiblich. Wir brauchen hier nicht erst zu sagen, welche nachtheiligen Folgen dies bei dem Hohofenbetriebe hat. Eine sehr nachtheilige Verunreinigung der Steinkohlen sind mehr oder weniger kleine Körner und Plättchen von Schwefelkies,

und daß dieser den größten Nachtheil bei dem Hohofenbetriebe habe, ist eine sehr bekannte Sache.

Um diese Unreinigkeiten der Staubkohlen möglichst zu vermeiden, müssen sie einer mechanischen Ausbereitung unterworfen werden, die hauptsächlich durch eine Setzmaschine bewirkt wird. Diese besteht aus einem, aus starken Bohlen zusammengefügten Behälter von 10 — 16 Quadratfuß Flächendurchschnitt und etwa 32 Zoll Tiefe, welcher durch eine nicht ganz auf den Boden reichende Scheidewand in zwei ungleiche Abtheilungen getheilt wird. Die kleinere Abtheilung enthält einen dicht schließenden Kolben, der senkrecht aufgezogen und niedergedrückt werden kann. In der größern Abtheilung befindet sich etwa 20 Zoll über dem Boden ein erster Rost, bestehend in einem feinen Drahtnetz von etwa ½ Linie Weite, und 5 Zoll höher ein zweiter Rost, bestehend aus parallelen, etwa 5 Zoll von einander entfernten Eisenstäben. Die größere Abtheilung wird nur 22 — 24 Zoll hoch mit Wasser gefüllt, und auf den zweiten Rost werden 6 — 8 Zoll hoch Kohlen aufgeschüttet. Der die kleinere Abtheilung ausfüllende Kolben wird alsdann lebhaft niedergedrückt, so daß das in der größern Abtheilung befindliche Wasser steigt und die aufgeschütteten Kohlen hebt. Wird diese Bewegung mehrmals wiederholt, so werden die Kohlen sowohl von den feinen anhängenden, als auch von den gröbern metallischen, erdigen und steinigen Theilen, mit denen sie vermischt und vermengt sind, befreit. Die meisten davon lösen sich im Wasser auf und fallen durch das Drahtnetz in die untere Abtheilung des Behälters, während sich die übrigen, in dem Zwischenraume zwischen beiden Rosten sammeln, die rein gewaschene Kohle aber auf dem obern Roste liegen bleibt, von wo sie mit der Schaufel abgenommen werden kann. Die Eisenstäbe des obern

Rostes verhindern die Schaufel tiefer zu bringen, und auch von den über dem Drahtnetze sich sammelnden Unreinigkeiten, welche besonders beseitigt werden, unter die reinen Kohlen zu mischen.

Der dadurch veranlaßte Abfall der Staubkohlen ist natürlich sehr verschieden, läßt sich aber durchschnittlich zu 10 Proc. annehmen. Die Arbeitslöhne sind gering.

Diese Art der Aufbereitung durch die Setzarbeit, ist bereits an vielen Puncten Frankreichs, Belgiens und Deutschlands in Anwendung, und nicht allein bei der Vercoakung der Staubkohlen zu hüttenmännischen Zwecken, sondern auch zum Locomotivbetriebe u. s. w. Auf der Friedrich-August-Hütte im Plauenschen Grunde bei Dresden ist der Setzapparat in der Nähe der Gebläse-Dampfmaschine angebracht; es wird das abfallende Condensationswasser dazu benutzt, welches hinreichende Wärme hat, um diese Setzarbeit auch im Winter betreiben zu können.

Die Benutzung der aus den Vercoakungsöfen entweichenden Hitze zur Dampfkesselfeuerung.

Die Benutzung der aus den Vercoakungsöfen entweichenden Gase ist für den Eisenhüttenbetrieb von ebenso großer Wichtigkeit wie die Benutzung der Hohofengase. Man hat dies in Belgien erkannt und benutzt diese Gase auf fast allen Eisenwerken zur Dampferzeugung. Die Anlagen dazu veranlassen bei weitem weniger Kosten als die Einrichtung zur Benutzung der Hohofengase; auch sind die aus den Vercoakungsöfen abgeleiteten Gase ein weit besseres Brennmaterial. In Frankreich (und auch in Deutschland) werden sie, unsers Wissens, erst wenig benutzt.

Die meisten auf den Werken des Lütticher Steinkohlenbeckens verschmolzenen Eisenerze sind gelbes,

wasserhaltiges Oxyd (Gelbeisenstein), welches in dem Bergkalkstein (calcaire supérieur des Herrn Dumont), oder zwischen dem Kalkstein, Dolomit und dem Schiefer der Steinkohlenformation, d. h. unter ähnlichen Lagerungsverhältnissen vorkommt, wie die großen Massen von Galmei und Blende, die durch die großen Zinkcompagnien, la Vieille Montagne, la Nouvelle Montagne, la Societé de Corphalie etc., gewonnen werden. Die meisten von diesen Eisenerzen enthalten daher ein bedeutendes Verhältniß von Zinkoxyd beigemengt; einige, z. B. die von Angleur bei Lüttich, fast 13 Proc., während der durchschnittliche Zinkgehalt 1½ bis 2 Procent beträgt. Das Zink wird in dem Hohofen reducirt und dann verflüchtigt. Es wird mit dem Gasstrom in die Höhe geführt und verbrennt gleichzeitig mit den Gasen und giebt Zinkoxyd, welches meistentheils mit den gasförmigen Producten der Verbrennung weggeführt wird, während ein unbedeutender Theil an der innern Oberfläche des Ofenschachtes, in der Nähe der Gicht, als eine sehr dichte Masse, als sogenannter Ofenbruch hängen bleibt, und nach wenigen Monaten Schichten von 18 bis 20 Zoll Stärke bildet. Dieser Ofenbruch muß daher dann und wann weggebrochen werden, eine Operation, die einige Schwierigkeit hat. Zu Dugrée wurde kürzlich die Gicht eines Hohofens von Ofenbruch gereinigt, und es wurden dabei über 6 Tonnen gewonnen, die aus Zinkoxyd mit etwas Bleioxyd und metallischem Blei bestanden.

Man wird leicht begreifen, daß diese Umstände ein großes Hinderniß bei der Benutzung der Hohofengase sind. Vor einigen Jahren machte man einen Versuch, bei einem Hohofen zu Sclessin bei Lüttich; allein die Ableitungsröhren wurden bald mit Zinkoxyd angefüllt, große tropfsteinartige Massen von

weißem Oxyd umgaben die Kessel und hingen an jedem Theile des Apparates fest. Nach wenigen Monaten wurden aus den Röhren über 100 Tonnen Zinkoxyd entfernt. Die Schwierigkeiten durch die fortwährende Verstopfung der Röhren waren so groß, daß man die Benutzung der Hohofengase ganz aufgeben mußte. Später erhielten die Herrn Richard und Matthey, Ingenieure zu Seraing, ein Patent auf die Verdichtung des Zinkes und auf die Reinigung der Gase bei ihrem Entweichen aus dem Ofen. Das Verfahren besteht hauptsächlich darin, daß in eine cylindrische Röhre, durch welche die Gase gehen müssen, Wasser in Form eines feinen Regens fällt. Die Ideen der gedachten Ingenieure sind jedoch nicht ausgeführt, und es hält daher schwer zu sagen, ob der Zweck erreicht werden kann. Wäre dies der Fall, so würde die Sache von größter Wichtigkeit sein, da einerseits die gereinigten Gase ohne Anstand benutzt werden können, und andererseits eine große Menge Zinkoxyd gewonnen wird, welches jetzt gänzlich verloren geht. Ehe aber die Frage ganz entschieden sein wird, sind die Schwierigkeiten bei der Benutzung der Gase derjenigen Hohöfen, die zinkhaltige Eisensteine verschmelzen, zu bedeutend, um die Gase zur Feuerung verwenden zu können, und es ist daher zweckmäßiger, auf andere Wärmequellen zu denken, von denen die aus den Vercoakungsöfen entweichende Hitze, ganz offenbar die wichtigste ist.

In Belgien wurde die entweichende Hitze der Vercoakungsöfen zuerst in Couillet und auf andern Werken in dem Steinkohlenbecken von Charleroy angewendet. Zuerst strömt die Flamme durch eine Reihe horizontaler Canäle unter den Vercoakungsöfen und wird alsdann unter den Kessel geführt. Die strahlende Wärme bleibt bei dieser Einrichtung unbenutzt. Herr Ingenieur Matthey zu Seraing,

war der erste, der die strahlende Wärme von den in den Oefen vercoakenden Steinkohlen benutzte und eine weit bedeutendere Hitzkraft erlangte. Die zu Seraing und zu Dugrée angewendete Einrichtung, die schon mehre Jahre hindurch die besten Resultate gegeben hat, ist in Fig. 126, Taf. XIII abgebildet.

a ist der Kessel; b sind die Feuerungscanäle, die denselben umgeben und welche die verbrannten Gase in eine an dem Ende angebrachte Esse führen. Diese steht etwa 1 Fuß über dem Kessel hervor und ist mit Schieberregistern versehen, um den Zug reguliren zu können; c ist ein gußeiserner Support für den Kessel, und es befindet sich immer einer zwischen 2 Vercoakungsöfen; d ist eine cylindrische Esse, welche die Verbindung zwischen dem Vercoakungsofen f und den Canälen b bildet. Diese Esse ist mit einem verschiebbaren quadratischen Ziegelstein e bedeckt, der mittelst einer Eisenstange hin- und hergeschoben werden kann; g, g sind 2 senkrechte Essen in der Stärke des Mauerwerks, die mit dem Ofen in Verbindung stehen und oben durch Deckel von Ziegelsteinen verschlossen werden können. Ein kleiner, länglich viereckiger, gußeiserner Canal, welcher die äußere Luft nach der obern Essenöffnung strömen läßt, dient dazu, die Verbrennung der Gase zu bewirken, die ohne dieses Einströmen der atmosphärischen Luft gar nicht Statt finden könnte. Unter dem Kessel befindet sich ein dünner Scheider von Mauerwerk, der von Ende zu Ende läuft, so daß die aus dem Vercoakungsofen ausströmende Flamme nicht sogleich zu der Esse strömt, sondern erst auf der einen Seite den Canal entlang zieht und dann, um das Ende des Scheiders sich wendend, längs des andern Canals in die Esse strömt. Ueber dem Kessel befindet sich ein leerer ringförmiger Raum von ungefähr 9 oder 10 Zoll, in welchem sich eine unbewegliche Luftschicht an-

häuft, wenn die Hitze gesteigert werden soll, und durch den ein starker Zug in die Esse Statt findet, wenn der Kessel rasch abgekühlt werden soll, um ihn zu reinigen ꝛc. Unter jedem Kessel befinden sich 5 Oefen, welche zu verschiedenen bestimmten Stunden des Tages mit Steinkohlen besetzt werden. Jeder Ofen nimmt 3¼ Tonnen oder 65 engl. Centner Steinkohlen auf, welche 24 Stunden darin bleiben. Die Deckel über den Essen g sind verschlossen, und der über d ist geöffnet. Jeder Ofen entwickelt etwa 10 Pferdekräfte. Soll der Kessel gereinigt werden, so wird der Schieber e verschlossen, die Essen g werden geöffnet, und die Thüren an den Seitenwänden, welche eine Verbindung zwischen den Canälen b und der äußern Luft bewirken, werden geöffnet, wodurch ein starker Zug nach der Esse zu Statt findet. Der Betrieb der Vercoakungsöfen geht ununterbrochen fort.

Bemerkenswerth ist der Unterschied bei den jetzigen Kesselniederschlägen gegen die, welche bei der Kesselfeuerung auf dem gewöhnlichen Wege Statt fanden. Der Kesselstein wurde so hart, daß man ihn mit Meißel und Hammer wegschaffen mußte; bei der Kesselfeuerung durch die Vercoakungsöfen werden die erdigen Absätze aus dem zu verdampfenden Wasser nie hart, sondern sie bilden nur einen Schlamm, der sehr leicht aus dem Kessel fortgeschafft werden kann. Der Grund dieses Verhältnisses scheint die weit größere Heizoberfläche im letztern Falle zu sein; die Hitze an besondern Puncten der Kesseloberfläche hat sehr an Intensität verloren.

Bau und Betrieb der Coakshohöfen.

(S. 355.)

Die Holzkohlenhohöfen sind soweit verbessert und vervollkommnet, daß das bereits seit Jahren damit

Geleistete wohl als das Maximum angesehen werden darf. Daher haben wir hier nur von den Coaks-hohöfen und ihrem Betriebe zu reden. — Darin aber steht jetzt Belgien oben an, selbst höher als England, und daher dürfte es am zweckmäßigsten sein, hier auszugsweise das mitzutheilen, was Hr. Hütteninspector Eck zur Königshütte in Oberschlesien*), ein sehr competenter Richter über die Verhältnisse einiger der wichtigsten belgischen, mit Coaks betriebenen Hüttenwerke mit specieller Beziehung auf die der Königshütte, sagt. — Jedenfalls sind die Hülfsmittel und Betriebseinrichtungen der belgischen Coaks-hohofenhütten von höchstem allgemeinen Interesse.

Wenn auch die für Handel und Industrie überhaupt günstige Lage Belgiens zu der fast beispiellos schnellen Entwickelung des dortigen Eisenhüttengewerbes viel beigetragen hat, so ist doch nicht zu verkennen, daß der große Aufschwung des letztern in so kurzer Zeit mehr noch dem regen und gewerbsthätigen Sinne der Nation zuzuschreiben ist. Die Verhältnisse jenes Landes, in Bezug auf die Grundstoffe zur Eisenerzeugung, sind nämlich im Allgemeinen zwar sehr günstig, können jedoch in mehrfacher Hinsicht gerade nicht als die glücklichsten angesehen werden. Die dortigen Steinkohlen sind zwar ihrer backenden Natur und Reinheit wegen ausgezeichnet für den Hütten- und namentlich den Hohofenbetrieb, der dortige Kohlenabbau aber, und vorzugsweise der im Lütticher Revier, wo sich der Hauptsitz der Eisenfabrication befindet, unterliegt ganz besondern Schwierigkeiten. Bei dem hohen Alter des dortigen Grubenbetriebs findet der Abbau schon in sehr bedeutender Tiefe Statt und die im alten Mann der abge-

*) Aus Karsten's und v. Dechen's Archiv rc., Bd. 23, S. 661 rc.

bauten oberen Kohlenfelder angesammelten Wässer, sowie die starke Entwickelung von schlagenden Wettern, setzen die Tiefbaue oft der größten Gefahr aus, so daß der Bau nur mit großer Vorsicht und unter solchen Maßregeln betrieben werden kann, welche den Abbau erschweren und vertheuern. Dahin gehört die bei der großen Tiefe der Gruben sehr schwierige Herstellung eines kräftigen Wetterwechsels, vor den im Abbau stehenden Oertern, und dieser Umstand, sowie die Gefahr vor dem starken Zudrang oder dem plötzlichen Durchbruch der in den alten Bauen angespannten Wässern, wirken insofern höchst nachtheilig ein, als dadurch ein reiner Abbau der Kohlenflötze in jenem Reviere behindert wird, wodurch ein großer Theil der Kohlen für immer verloren gegeben werden muß. In den andern belgischen Revieren, namentlich in dem von Mons, ist dies jedoch weniger der Fall. Vergleicht man aber den belgischen Kohlenabbau mit dem preußischen, so wird der letztere fast durchgehends unter günstigeren Bedingungen, d. h. bei geringerer Tiefe der Baue und bei niedrigeren Arbeitslöhnen, betrieben. Hinsichtlich der Eisenerze sind die Verhältnisse in Belgien im Allgemeinen insofern nicht ungünstig, als die an sich schon ziemlich reichhaltigen Erze von der Art sind, daß sie durch eine einfache Wascharbeit noch bedeutend im Gehalte verbessert werden können, und als sowohl die Maas und Ourthe, wie vortreffliche Canäle, Chausseen und Eisenbahnen, die Mittel darbieten, die Erze von den Gruben auf wohlfeile Weise nach den Hütten zu führen, in welcher Beziehung die Mittel in Schlesien gerade sehr mangelhaft sind. Dagegen sind die Preise der Eisenerze und der Steinkohlen in Belgien im Verhältniß zu Oberschlesien sehr hoch, und wenn auch die Güte dieser Materialien größer ist, wie hier, so würden die belgischen Eisenhütten, zumal bei der Nähe

Englands, doch nicht so günstig fortschreiten, wenn sie nicht in technischer und öconomischer Beziehung einen so hohen Standpunct eingenommen hätten.

Der Hauptsitz der belgischen Eisenfabrication bei Steinkohlen beschränkt sich auf einen kleinen Landstrich und zwar auf die Districte von Lüttich und Charleroi. Im ersteren sind die mit Coakshohöfenbetrieb verbundenen Hauptwerke: Seraing, Sclessin, Dugrée und Esperance, im letztern Couillet und Chatelineau, Monceau-sur-Sambre und demnächst Montigniés-sur-Sambre, Acoz und Marchienne-au-Pont. Die meisten dieser Werke, anonymen Actiengesellschaften angehörig, sind erst seit 1835 entstanden. Seraing ist bekanntlich das erste Eisenhüttenwerk in Belgien, welches mit Steinkohlen betrieben wurde. John Cockerill legte schon 1821 daselbst die ersten Coakshohöfen an und wurde so der Begründer der neuern belgischen Eisenhütteninduſtrie und zugleich auch des hohen Wohlstandes, der sich über die dortige Gegend in so kurzer Zeit verbreitet hat. Es erinnert dies an den Begründer der oberschlesischen Eisenhütteninduſtrie, den Grafen von Reden, der schon seit 1794 durch die ersten Coakshohöfenanlagen zu Gleiwitz und Königshütte — die ersten in Deutschland überhaupt — die Bahn gebrochen hatte zu einer höhern, die ganze Provinz aus ihrem frühern Dunkel emporhebenden Gewerbsthätigkeit, welcher jene ihren jetzigen blühenden Zustand verdankt. Die Höhe der Roheisenproduction in Belgien hat sich vorzüglich seit 1845 gehoben, weil um diese Zeit, wegen der Anlage neuer großartiger Eisenbahnen in England, die Eisenconsumtion in diesem Lande beträchtlich zunahm. Die Roheisenproduction Belgiens, einschließlich der nur wenig in Anschlag kommenden Production von den Holzkohlenöfen der Provinzen Namur und Luxemburg, hat betragen:

1844 = 107000 Tonnen = 2079691 Ctr.
1845 = 220000 Tonnen = 4276000 Ctr.
mithin im letztern Jahre mehr als das Doppelte, wobei die Zahl der im Betriebe gewesenen Coaks-hohöfen von 23 bis auf 44 im letztern Jahre gestiegen war.

Von der letztern Roheisenproduktion = 4276000 Ctr. sind exportirt worden = 42000 Tonnen = 816,327, mithin sind im Inlande 3459673 oder etwa ⅘ der gesammten Roheisenproduction zu Gußwaaren und Stabeisen und zwar hauptsächlich zu Bahnschienen für deutsche und französische, sowie auch belgische Eisenbahnen verarbeitet worden.

Die gesammte Roheisenproduction im preußischen Staate, und zwar einschließlich der bei den Hohöfen unmittelbar erzeugten Gußwaaren, betrug dagegen 1845 nur 2129358 Ctr., mithin nur die Hälfte von der in Belgien, welches Land ungeachtet seines nur kleinen Areals, welches kaum den zehnten Theil des preußischen Staats ausmacht, nur gegen England und Frankreich in Betreff der Höhe seiner Eisenproduction nachsteht.

Die Eisenerze, welche auf den belgischen Hütten verschmolzen werden, sind vorzugsweise derbe, nur zum geringen Theil milde Brauneisensteine, sehr selten Rotheisensteine, und auch nur selten Sphärosiderite. Sie finden sich im Uebergangskalksteine des sogenannten **terrain anthraxifere** abgelagert, und zwar größtentheils in Nestern von oft außerordentlicher Ausdehnung, zwischen dem Dolomit jenes Kalksteines und der sogenannten **schiste grise**, und dann auch auf der Gränze jenes Terrains und des Kohlenterrains, zwischen dem Kalkstein des erstern und dem Alaunschiefer des letztern. Außerdem kommen die Erze auch in unregelmäßigen, von einigen bis zu 30′ mächtigen, aber in großer Erstreckung aushaltenden, lagerförmigen

Gängen vor, und hier zeigt es sich, daß die in größerer Tiefe liegenden Erze oft so stark bleiglanz- oder schwefelkieshaltig werden, daß sie kaum als Eisenerze mehr zu benutzen sind. Die Hauptpuncte der Erzförderung für die Lütticher Werke befinden sich längs der Maas zwischen Lüttich, Huy und Namur, ferner an der Ourthe und Vesdre, südlich von Lüttich; für die Werke des Charleroier Districts liegen die Hauptförderpuncte östlich von Charleroi, zu Liegnies und südlich, schon der Provinz Namur zugehörig, zu Morialme, Yves, Florennes und Philippeville. Die Erze werden mehrentheils vor der Abfuhr, zum Theil auch auf den Hütten selbst, verwaschen, um die lettigen Theile zu entfernen. Sie erreichen dadurch einen mittlern Eisengehalt von 35 — 40 Proc.; in der Regel sind sie stark zinkhaltig. Eine Röstung der Erze findet nur ausnahmsweise bei den wenigen Sorten Statt, die Bleiglanz, Zinkblende oder Eisenkies enthalten; auf den meisten Hütten scheint man solche Erze aber gar nicht mehr zu verarbeiten. Der Durchschnittspreis der Erze, incl. der Fracht, kommt im Allgemeinen pro 1000 Kilogr., = 1 metrischen Tonne oder 20 Zollctr., auf 10 — 12 Franks zu stehen oder pro Tonne preuß. auf 27 Sgr. 6 Pf.

Die belgischen Steinkohlen sind zum Hohofenbetriebe vorzüglich geeignet, sie geben feste, aber poröse und leicht verzehrbare Backcoaks von sehr geringem Aschengehalt, und mehr bleibt in Betreff des Brennmaterials für den Hohofenbetrieb nicht zu wünschen übrig. Eine sehr irrige, aber doch weit verbreitete Ansicht ist die, daß die dichteren, dem Volumen nach also mehr Effect gebenden Coaks jenen leichteren beim Hohofenbetriebe vorzuziehen seien. Dieses hat bei einigen Schmelzprocessen und namentlich beim bloßen Umschmelzen des Roheisens in Cupolöfen seine volle Richtigkeit, nicht aber beim Hohofenbetriebe, bei

welchem auch, selbst bei einer der Dichtigkeit der Coaks verhältnißmäßig gesteigerten Windpressung, immer nicht eine sehr hohe Production erzielt werden wird, als bei weniger dichten, dabei aber ebenso reinen und ausreichend festen Coaks, und die pecuniären Vortheile, die sich aus jener höhern und überdieß noch eine viel geringere Gebläsekraft in Anspruch nehmenden Production ergeben, überwiegen in hohem Grade diejenigen Vortheile, welche sich durch höhere Erzsätze bei dichteren Kohlen, also durch einen geringern Verbrauch der letzteren für einen Centner des Products, herausstellen.

Von den Förderschächten werden die Kohlen auf einem Schienenwege nach den Hütten geschafft; einzelne Hütten, wie Seraing und Esperance, liegen so günstig, daß die Kohlen auf einem inclinirten Plan herabgebremſ't werden können. Die Vercoakungsöfen sind auf den Hütten selbst, und die abziehenden Gase werden meistens zur Feuerung der Dampfkessel für die Gebläsemaschinen benutzt. In Couillet, wo man die erste Anwendung jener Gase zur Kesselfeuerung in Belgien gemacht, hat man in neuerer Zeit die Gase auch gleichzeitig zur Erhitzung der Ofensohle benutzt und dadurch die Zeit des Vercoakens, besonders bei sehr nassen Kohlen, bedeutend abgekürzt. Die Gase werden nämlich zunächst seitlich unter die Heerdsohle herabgeführt, unter welcher sie sich mittelst mehrer Canäle hin- und zurückwinden und dann aufwärts steigen, um unter den Dampfkessel zu treten. Da der Abzug der Gase dadurch gehemmt wird, so sind die Schornsteine für den endlichen Abzug der benutzten Gase bis auf 40′ erhöht worden. Ferner hat man einen großen Theil der Oefen mit günstigem Erfolge in dem Maße vergrößert, daß sie, statt früher 12 Hectoliter oder 5½ Tonnen, jetzt 48 bis 60 Hectoliter oder 22 bis 27½ Tonnen Kohleneinsatz

fassen. — Bei den kleinen Oefen dauert ein Brand durchschnittlich 20 Stunden, dagegen bei den größern Oefen 48 bis 54 Stunden, je nach der Beschaffenheit der Kohlen. Die größern Oefen mit der Heerdsohlenerwärmung sollen sowohl ein größeres Ausbringen an Coaks, als auch diese zusammenhängender und fester liefern, wie die kleinern Oefen. Das Ausbringen beträgt im Allgemeinen etwa 66 Proc. dem Gewicht und das 1¼ fache dem Volum nach. Ueber die Preise der Steinkohlen, sowie der übrigen Materialien, enthält unsere Quelle detaillirte Angaben.

Der als Zuschlag bei dem Hohofenbetrieb benutzte Kalkstein wird in der Nähe der Werke, an den Ufern der Maas, namentlich bei Chokier und auch an den Ufern der Sambre gebrochen und gehört derselbe der Uebergangsformation an. Er ist von ausgezeichneter Reinheit, sehr hart, aber auch sehr spröde, so daß er sich leicht durch einen Schlag mit dem Fäustel zerkleinern läßt.

Den Thon zu den Ziegeln für die Hohöfen, Vercoakungsöfen 2c. können die belgischen Werke in vorzüglicher Qualität und sehr wohlfeil beziehen. Mächtige Lager mehr oder minder und zum Theil sehr feuerfester Thone finden sich namentlich zu Andenne an der Maas zwischen Huy und Namur. In einer ebendaselbst befindlichen großartigen Ziegelei werden die Thone zu Ziegeln verarbeitet, wobei man das Material je nach der Bestimmung der Ziegel auswählt. Eine Dampfmaschine von etwa 35 Pferdekräften betreibt hier: 7 Thonschneidemaschinen, welche auch zum Mengen der Masse dienen, 1 Mühle mit 2 eisernen Läufern, die in der gewöhnlichen Art an 2 entgegengelegten, ungleich langen Armen einer verticalen Welle ihren Kreislauf machen, zum Zerquetschen alter oder auch Ausschußziegeln, und 1 Walzwerk mit Sieben, zum Zerquetschen des Thons; außerdem

2 Paternosterwerke zum Heraufschaffen der Thonmassen für die Schneidemaschinen und der gestrichenen Ziegel in die obern Trockenräume, sowie auch zum Herunterschaffen der ausgetrockneten Ziegel. Mit Hülfe dieser Maschinen wird an Arbeitslöhnen viel erspart, worauf es in dortiger Gegend so sehr ankommt. Die Construction der Ziegelöfen ist der eines Porcellanbrennofens ähnlich. Die Oefen sind rund, von etwa 11½′ rhein. lichtem Durchmesser und ebenso hoch. Ueber dem Gewölbe, in welchem mehre Füchse angebracht sind, ist noch eine Esse mit Klappe aufgebaut, um den Zug der Oefen noch genauer reguliren zu können. Die Feuerung geschieht rückwärts auf 4 Seiten durch angebaute Röstheerde; das Schüren geschieht von oben, wodurch das Eindringen von kalter Luft, sowie von aschereicher Kohlenlösche in den Oefen bei jedesmaligem Schüren vermieden wird. Sehr zweckmäßig ist die Vertheilung der Flamme durch kleine, von jedem der 4 Hauptzüge *seitlich* abgehende Nebenzüge, wodurch die Flamme an 12 Puncten der Ofenperipherie einmündet. Unter dem Ofen ist eine geräumige Kreuzrösche zur Beförderung des Luftzugs, sowie zur bessern Beseitigung der Kohlenasche. Die ältern Oefen, von denen noch mehre vorhanden waren, hatten eine viereckige Form, von der man abgegangen ist, weil die Ziegel in einem runden Ofen, vorausgesetzt, daß derselbe zweckmäßig besetzt worden, gleichförmiger ausbrennen. Die ältern viereckigen Oefen benutzt man zum Durchbrennen des Thons, welcher, in Verbindung mit gröblich zerquetschten alten Ziegelstücken, dem ungebrannten Thon in solchem Verhältnisse zugesetzt wird, daß die Ziegelmasse möglichst mager ausfällt und die Ziegel keiner zu starken Schwindung oder selbst dem Verziehen und Rissigwerden beim Brennen unterworfen sind. Zu der geringern Sorte von Ziegeln wird in Stelle der

alten Ziegelstücken auch ein reiner Quarzsand zugesetzt. Der Zusatz von frischem Thon beträgt nur $\frac{1}{3}$, selten $\frac{1}{2}$ der ganzen Masse.

Als Zustellungsmaterial für das Gestell und den untern Theil der Rast benutzt man den sogenannten Puddingstein, ein grobkörniges Kieselconglomerat, welches in der Nähe von Huy vorkommt. Dieses Gestein ist ausgezeichnet feuerfest, und man schreibt es ihm hauptsächlich zu, daß bei den belgischen Werken so lange, nicht selten 8 — 10 Jahre, dauernde Hohofencampagnen vorkommen. Er erfordert aber ein sehr langsames Anwärmen, indem er sonst leicht Risse erhält, und steht so hoch im Preise, daß ein Hohofengestell, mit Ausschluß der Rast, aus diesem Gestein hergestellt, wozu etwa 1000 Cubikfuß desselben erforderlich sind, über 2000 Thaler zu stehen kommt. Massenzustellung wendet man auf den belgischen Werken nicht an, obschon dieselbe bei der Vortrefflichkeit des Thons wahrscheinlich ebenso haltbar und jedenfalls viel wohlfeiler sein würde.

Die belgischen Hohöfen sind in der Regel zu 3, 4 bis 6 in einer Reihe nebeneinander aufgebaut und in der Gichthöhe durch gemauerte Brückenbögen in ein zusammenhängendes Plateau gebracht, welches durch Gitter leicht umwehrt ist. Die Gicht selbst ist, zum Schutz der Arbeiter gegen die Gichtflamme, mit einem 12 — 15' hohen und etwa 1' starken Mantel aus feuerfesten Steinen umfaßt, welcher die erforderlichen Oeffnungen zum Aufgeben der Gichten enthält. Die Hohöfen sind sehr zweckmäßig und solide gebaut und lassen selten bedeutende Risse im Rauchgemäuer wahrnehmen. Die Rauchmauer ist bei sämmtlichen belgischen Oefen vierseitig pyramidal, was vor runden Oefen den Vortheil hat, daß sich eine solidere Verankerung anwenden läßt (für welche, da die eisernen Reife bald abspringen, der Verfasser die Drahtband-

seile in Vorschlag bringt) und auf der Gicht mehr Raum gewonnen wird. Die Schachthöhe beträgt bei den neuern Oefen zu Seraing, welche auf eine tägliche Production von 18000 Kilogr. (= ungefähr 350 Ctr.) berechnet sein sollen, 50 engl. Fuß; bei den ältern Oefen ist sie meist etwas geringer, bis zu 45 Fuß hinab; der Hohofen zu Grivegné hat dagegen die unnöthig große Höhe von 60 engl. Fuß.

Wir wollen hier einen gut construirten Hohofen, den Nr. 3 zu Seraing, seinen Bau, sein eigenthümliches Abwärmen und sein Anblasen näher betrachten. Er liegt mit den Hohöfen Nr. 1 und 2 in einer Reihe.

Besonders erwähnenswerth ist die Schnelligkeit, mit welcher dieser Hohofen vom 24. Mai 1844 bis zum 29. August desselben Jahres aufgeführt wurde, und zwar auf eine Weise, die nichts zu wünschen übrig läßt. Am 17. October wurde zum erstenmal Eisen abgestochen.

Wir geben in Fig. 127, Taf. **XIII**, einen senkrechten und in Fig. 128 einen horizontalen Durchschnitt nach **B**, Fig. 127, wodurch das Nachstehende erläutert werden wird.

Neun Fuß unter der Hüttensohle wurde zuerst die Einbettung aus gutgebrannten Ziegeln gemacht und in derselben sofort ein Heerd angelegt, dessen Feuer zur Trocknung des Fundaments und ganzen Hohofengemäuers während seines Baues dienen sollte. Die Form des Ofens war ein Viereck, die Tümpel und die ihr gegenüberliegende Seite hatten jede 27 Fuß (alles im englischen Maß), die beiden Formseiten jede 26 Fuß, also der Flächeninhalt 702 Quadratfuß. Mit diesen auswendigen Dimensionen wurde der Ofen 23½ Fuß über die Hüttensohle und sodann, mit einer Böschung auf jeder Seite, noch 25 Fuß

hoch bis auf die Gicht aufgeführt, woselbst er sich bis auf 20 und 20,5 Quadratfuß verschmälerte.

Vom Bodenstein bis zur Gichtplatte gemessen, hatte derselbe 47′ 7½″, circa 52 bayr. Fuß. — Der im Fundament angelegte Auswärmungsheerd ward natürlich mit feuerfesten Ziegeln gemauert, lag der Tümpelseite gegenüber und mündete in zwei sich durchkreuzende Canäle, die, 18 Zoll unter dem Bodenstein des Gestelles, gerade gegen die Ecken des Ofengemäuers zuliefen; sie wurden mit gußeisernen Platten zugedeckt, mit feuerfesten Ziegeln übermauert und sodann der Bodenstein des Gestelles, der ohngefähr 1 Fuß über die Hüttensohle emporragte und aus einem Stücke bestand, darauf gesetzt. Das Gestell selbst wurde gebaut mit dem Puddingsteine, wie er z. B. in der Gegend von Huy und Malmedy ansteht und ein ausgezeichnetes Material zu diesem Zwecke abgiebt. Mit der größten Sorgfalt wurden die zum Gestelle verwendeten Steine an Kopf und Lager behauen und zwischen die Stoßflächen Cement aus weißem Thon gegossen: indeß betrug ein solch ausgegossener Zwischenraum kaum 1 Millim. Das Gestell war rund und hatte vom Bodensteine bis zur Rast 7′ 11″, unten 3 und oben 4′ Durchmesser.

Aber auch noch ein Theil der Rast von 3′ 6″ Höhe wurde mit Puddingstein ausgebaut, so daß von demselben, mit Einschluß des Bodensteins, 8 Schichten aufeinander lagen. — Der Vor- oder Schöpfheerd (avantcreuset) mit einem Stichloche hatte 2′ Höhe, 2′ 3″ Breite und bis zur Vorderseite des Tümpelsteins 4′ Länge. Rings um das Gestell war von feuerfesten Ziegeln eine 9″ dicke Mauer gesetzt, und der zwischen dieser Mauer und dem Gestelle offene Raum mit Ziegelschutt und Asche leicht ausgefüllt. — Die zwei Form-, sodann das Tümpel- und das ihm gegenüberliegende Gewölbe wurden von

gußeisernen Trägern getragen, und sobald man einmal über diese Gewölbe empor war, ging die Mauerung des Ofenmantels von gut gebrannten Ziegeln rasch empor, so daß derselbe schon lange vollendet, während man noch mit dem Gestelle beschäftigt war. — Die oben angeführten, in's Kreuz laufenden Canäle (von den belgischen Hüttenleuten St. Andreas-Canal genannt) waren an ihren Enden mit gußeisernen Platten bedeckt, deren jede in der Mitte eine Oeffnung von circa 1½ Quadratfuß hette, um die Abtrocknungsflamme, durch und hinter der das Gestell umschließenden Ziegelmauer herauf, mitten in die Mauerung zu führen, wodurch dieselbe, kaum gebaut, schon ausgetrocknet wurde. — Das im Austrocknungsheerde unausgesetzt unterhaltene Feuer erzeugte auf den an den 4 Ecken des Hohofens bis unter die Gicht stets emporgeführten Canälen oder Kaminen immer eine Wärme von 40 bis 50°. Oberhalb der 4 Gewölbe wurden von 4 zu 4 Fuß schmiedeeiserne Stangen nicht nur durch die Ecken des Mantelgemäuers eingelegt und auf der Außenseite des Ofens mit andern Stangen und Schließkeilen verankert, sondern auch, um dem Gemäuer noch mehr Bindung zu geben, in der ganzen Höhe des Ofens vom Gewölbe bis zur Gicht hinauf und auf allen 4 Seiten des Ofens längs derselben schmiedeeiserne Schleudern eingezogen, welche bei 5 Zoll von der Außenseite des Mantels gegen das Gemäuer hinein zu liegen kamen. Die Gicht selbst war mit einer Platte bedeckt und mit einem 16 Fuß hohen Kamin überbaut. Und während alles dies rasch voranging und das Gemäuer sichtbar austrocknete, wurde an die weitere kreisrunde Zustellung des Ofenschachts geschritten, und diese Arbeit Tag und Nacht betrieben. Dieser Ofenschacht bestand aus 2 von einander getrennten, aus feuerfesten Chablonenziegeln gefertigten Schacht-

futtern, von denen das zunächst dem Mantel befindliche auf dem Gewölbe aufsaß und daselbst sich unmittelbar an das inwendige Schachtfutter anschloß. Es hatte 14 Zoll Dicke, und zwischen ihm und dem Mantel blieb rings ein Raum von circa 3 Zoll, der stets mit Ziegelschutt und Asche ausgefüllt wurde. — Das inwendige Schachtfutter, welches oberhalb der Rast dieselbe Dicke hatte, saß theils auf dem aus Pudding gemachten Gestelle, theils auf der dies Gestell umschließenden Mauer und also auch auf den Form- 2c. Gewölben auf, schließt sich nur hier an das zweite Schachtfutter an, ist aber sofort bis unter die Gicht hinauf von demselben ringsum durch einen Raum von 3 Zoll getrennt, der hinwieder auf dieselbe Weise ausgefüllt worden ist. — Die Mörtelbanden hatten kaum 2 Millim. Dicke, und der Mörtel selbst war ein Cement aus weißem Thon. Der größte Durchmesser des Ofenschachtes ist 13′ 6″, und vom Bodenstein bis zu diesem sind 22′ 9½″. — Die Gichtöffnung hatte 6′ 9″ Durchmesser. — Soviel vom Baue des Hohofens.

Am 29. August 1844, Abends 6 Uhr, ließ Hr. Director Pastor Coaks in den Ofen bringen, und 24 Stunden später war derselbe bis auf 10 Fuß unter die Gichtplatte herauf damit angefüllt. Das Füllen des Ofens ging Tag und Nacht, da zum Anzünden desselben der 31. August bestimmt war, und die Kohlen wurden mit Vorsicht in den Ofen hinabgelassen, um sie nicht zu zerkleinern. Während der Ofen mit Coaks gefüllt wurde, waren zwei Maurer damit beschäftigt, den Zündcanal aus gutgebrannten Ziegeln herzurichten, welcher das Feuer in den Vorheerd und von da in den Ofenschacht leiten sollte. Dieser Canal hatte bei 15 Fuß Länge, 20 Zoll Breite und 15 Zoll Höhe, und von 5 zu 50 Fuß hatte derselb oben eine Oeffnung, durch welche man auf den Gang

des Feuers hinabsehen konnte. Am 31 August war das Feuer an der Oeffnung des Canals angezündet, was ohne alles Ceremoniel, wie sonst üblich, in Gegenwart des Directors Pastor, des Hohofenmeisters und des königl. bayerschen Bergmeisters Hailer, der hier als Referent auftritt, vor sich ging und worum die übrigen im Schmelzhause Beschäftigten sich gar nicht kümmerten. — Nachdem das Feuer gut angebrannt war, deckte man es mit Coaksasche und Sand zu, ließ ihm nur soviel Luft, daß es nicht mehr auslöschte und schloß oben die Gicht mit einem Deckel, in welchem eine Klappe war, die man nach Bedarf zur Regulirung des Feuers öffnen und schließen konnte. Nachdem man in den ersten 12 Stunden Alles wohl verschlossen ließ, öffnete man sodann die erwähnte Klappe auf der Gicht; Dampf und Rauch drangen während 3 Tagen durch dieselbe empor, und erst dann gewahrte man, daß das Feuer im Schöpfheerde eintrat. Nun wurde in aller Eile der Zündcanal abgetragen und sowohl der Schöpfheerd als die Klappe auf der Gicht mit größter Sorgfalt geschlossen, was zur langsamen Durchführung des Feuers durch den ganzen Ofenschacht hinauf unumgänglich nothwendig war. Demungeachtet hatte man aber 8 Tage, nachdem das Feuer an den Zündcanal gelegt worden war, dasselbe durch den ganzen Ofenschacht hinaufgeführt, und nun wurde hinwieder in größter Eile oben der die Gicht überragende Kamin so geschlossen, daß gar keine Luft mehr auf die glühenden Coaks kommen konnte; unten aber wurden die Vorbereitungen zum Roststschlagen getroffen. — Das Rostschlagen, das jedem Hüttenmanne bekannt ist, dauerte 5 Wochen, wiederholte sich während dieser Zeit 83 mal, indem zuerst einmal, dann zweimal und zuletzt viermal in 24 Stunden diese Arbeit vorgenommen wurde, wobei ich öfter die Umsicht und

Gewandtheit, mit der die Hohofenarbeiter dabei zu Werke gingen, bewundert habe. — Denn in 15 bis 20 Minuten waren die über den schon eingelangten Formen sich befindlichen Roststangen ausgezogen, neue dafür eingelegt, und der Heerd gereinigt, der sich namentlich gegen das Ende dieser Operation mit Schlacken und Asche füllte. — Es wäre übrigens nicht nothwendig gewesen, so lange Rost zu schlagen, wenn nicht die Ausbesserung einer Gebläsemaschine diese Operation um 14 Tage ohngefähr verzögert hätte.

Nachdem man das 51. mal Rost geschlagen hatte, wurde am 1. October der erste Satz mit Kalkstein, bestehend in 8 Körben à 20 Kilogr., gemacht, darauf 8 Cubikmeter Coaks zu 3200 Kilogr. gesetzt und mit dem Setzen von Coaks, Erzen und Kalkzuschlag regelmäßig ansteigend fortgefahren, bis man den Coakssatz von 2,5 Cubikmet. — 950 Kilogr. und den dabei größten Erzsatz von 12—1300 Klgr. hinaufkam.

Am 15. October bei dem vierten Rostschlagen bemerkte man im Vorheerd die ersten Schlacken und am 16. Morgens 10 Uhr rückten die Erze in's Gestell ein. — Der Wallstein (anfänglich von 1¾, später bis 3 Zoll) war schnell an Ort und Stelle, so daß um 1 Uhr der Wind (mit fast 3 Zoll Quecksilberhöhe) angelassen wurde. Erst 40 Stunden nach Anlassung des Gebläses wurde zum Gusse geschritten, weil man einige Proben mit geschlossenen Formen mittelst Scheiben, die an das bewegliche Düsenstück gesteckt worden waren, abführen wollte. Das Eisen war demungeachtet hitzig, grau und eignete sich selbst für feine Gußwaren. — Die nächsten 5 Abstiche auf Eisen wurden in Zwischenräumen von je 24 Stunden, die folgenden 7 in solchen von 18 Stunden und die weiteren in je 12 Stunden gemacht, und das

Eisen fiel jedesmal zur Zufriedenheit aus. Am dritten Tage nach der Anlassung des Windes bemerkte man an allen 4 Seiten des Ofengemäuers Dampf entweichen, was während 5 Wochen dauerte und dann verschwand. Dabei gewahrte man nirgends Risse oder Sprünge am Ofen und nur dort und da ein kaum sichtbares Klüftchen an den Mörtelbändern. — Der Bau konnte als vollkommen gelungen erklärt werden. — Daß zu dieser vortrefflichen Erhaltung des Ofens aber hauptsächlich der schon mit seinem Beginne angelegte Trockenheerd und die mit ihm in Verbindung gesetzten Canäle unter dem Gestelle und in den 4 Ecken des Ofenmantels, die erst einige Wochen nach dem Anlassen des Gebläses geschlossen wurden, beitrugen, ist ohne Zweifel.

Den Hohofenbetrieb anlangend, so verschmilzt man in Seraing verschiedene Braun- und Thoneisensteine, welche theils sehr zink-, theils schwefelhaltig sind und deßhalb auch vorher in niedern Schachtöfen geröstet werden. Der Gang des Ofens wird größtentheils durch das Setzen verschiedener Sorten von Erz dirigirt, und zwar zur Erzielung der zwei Hauptgattungen von Roheisen: gares, graues Roheisen (fonte moulage, — Gießerei-Roheisen) und weißes oder halbirtes Roheisen (fonte d' affinage, — Frisch-Roheisen). Die gemachte Gattirung wirft aber stets ein durchschnittliches Ausbringen von 36 Proc. aus. Da die Erze größtentheils sehr strengflüssig sind, so beträgt der Kalkzuschlag gegen 30 Proc. des Gewichts und bei 50 Proc. des Gemäßes vom Erzsatz. Die Schmelzcampagne zerfällt in Zeitschnitte von 14 zu 14 Tagen (quinzaines), und beim Beginne einer Quinzaine wird allemal der Coaks-, Kalk- und Erzsatz ausgemessen und ausgewogen und je nach Bedarf während einer solchen Periode kleinere Abänderungen darin getroffen. — Bei regulärem, sehr gutem Ofen-

gange setzt man auf 2,5 Cubikm. = 950 Kilogramm Coaks wohl auch 1300 Klgr. Erze sammt 390 Klgr. Kalkzuschlag und rechnet sodann auf 1,5 Klgr. Coaks ein Ausbringen von 1 Klgr. weißem, und auf 2 Klgr. Coaks ein Ausbringen von 1 Kilogr. grauem Roheisen.

Davon liefert ein sehr guter Ofengang über 13 bis 14000 Kilogr. Roheisen in 24 Stunden, oder gegen 250 bayr. Centner. Ein mißlicher Umstand, den man in Seraing auch gar wohl kannte, war der, daß die drei (später zwei) in einen Recipienten wirkenden Gebläsedampfmaschinen den nöthigen Wind nicht bloß für die drei Hohöfen, sondern auch für die zeitweise in Betrieb gesetzten Cupolöfen und Schmiedefeuer lieferten, weßhalb auch, aus leicht einzusehenden Gründen, die Oscillationen am Quecksilbermanometer stets mehr als 1½ Zoll betrugen. Auf diese Weise war dem Hohöfner der Hauptmotor seines Betriebs gelähmt; und da der Coakssatz sich gleich blieb, so war nur die Variation des Erzsatzes noch übrig. Daraus erklärte es sich auch, daß bei übrigens gleichen Umständen die Gichtenzahl von 28 — 32 und darüber, und also die Zeit, bis ein Satz in den Schmelzraum einrückte, unter und über 36 Stunden wechselte. — Die Temperatur des Windes hatte man nie über 120° R. getrieben; da man, wie es schien, bei dem ungeheuren Reichthum an Kohlen auf eine Ersparung des Brennstoffes von dieser Seite nicht zu großes Gewicht legte. Indeß entging es schon damals dem ausgezeichneten Vorstande Pastorsen. nicht, daß von Seite des erwärmten Windes an Brennstoff und von Seite der geschlossenen Formen an Maschinenkraft nicht zu verachtende Ersparungen sich bewerkstelligen ließen, und bei diesem neuen Hohofen wurde Beides mit Erfolg in's Werk gesetzt. Die Formen wurden geschlossen und anstatt

des bisherigen Winderwärmungsapparates wurde ein neuer gebaut, der eine bedeutendere Wirkung hatte.

Da man denselben wegen Mangel an Raum auf der Gicht nicht anbringen konnte, um die Gichtflamme zur Beheizung benutzen zu können, so wurde dieser Apparat auf der Hüttensohle aufgestellt und mit Kohlenklein geheizt. Er ist aus gut gebrannten Ziegeln aufgeführt und besteht aus drei gewölbten Etagen: die unterste mit 4 Rösten für die Feuerung; die zweite mittlere und die dritte obere für die Windleitung, welche theils aus Gußeisen, theils aus Eisenblech besteht. Der kalte Wind strömt, aus dem Recipienten kommend, in einer Blechröhre von 18 engl. Zoll Durchmesser in die obere Etage des Apparates. Diese Blechröhre ist aber in einer Röhre von Gußeisen mit 28 Zoll Durchmesser eingeschoben und mit Stellschrauben befestigt, in welcher der Wind wieder zurück muß und in die mittlere zweite Etage des Apparates und zwar wieder in einer Blechröhre einwärls strömt, aus ihr abermals in einer sie umhüllenden gußeisernen Röhre zurück und heraus zum Hohofen geht, in dessen Nähe er in gußeiserne Röhren einmündet. Die Flamme der 4 Röste bespült also nur die gußeisernen Leitungsröhren, welche einen Flächeninhalt von circa 290 engl. Quadratfuß darbieten. Die Einrichtung ist so getroffen, daß man den Wind aus dem Recipienten unmittelbar in den Hohofen leiten kann, im Falle es die Umstände erfordern.

Der Hohofen sammt Zubehör: Schlackenkrahnen, Brücke auf der Gicht 2c. kostete	46082,72 Fr.
Der Lufterwärmungsapparat sammt Zubehör .	9943,42 Fr.
Summa	56026,14 Fr.

welches Capital nach einem Zeitraume von 5 Mona-

ten schon seine Zinsen trug, ein Umstand, den man wohl auch in's Auge fassen muß, wenn eine Hütte nicht in Zubuße gerathen soll.

Die Gichtaufzüge werden auf allen belgischen Werken durch Maschinenkraft bewegt. In Seraing werden die Gichten für sämmtliche vier Hohöfen mittelst einer besondern auf der Gichtsohle befindlichen Hochdruckmaschine von etwa 6 Pferdekräften aufgezogen, und zwar auf einer ansteigenden Ebene mit Schienenweg, mittelst eines großen Gestellwagens, auf welchem abwechselnd die Kohlen- und Erzgichten in kleinen Körben aufgesetzt werden. In Couillet und Chatelineau sind Paternosterwerke verschiedener Art im Gebrauch. In Couillet besteht ein senkrechtes Paternosterwerk gewöhnlicher Art mit einem Kettenpaare ohne Ende, zwischen welchem kleine Schaalen frei herabhängen, auf denen die Erzgichten in kleinen blechernen Kästchen und die Coaksgichten in Körben aufgesetzt sind und durch den Umgang der Ketten heraufbefördert werden. Die beiden Räderpaare, um welche die beiden Ketten oben über der Gichtsohle und unten im Möllerungshause umlaufen, werden, von der Gebläsemaschine aus, durch eine Riemenscheibe und ein mit der gemeinschaftlichen Welle der beiden unteren Kettenräder in Verbindung stehendes Getriebe, aus zwei gezähnten Rädern bestehend, in Bewegung gesetzt. Dieser Gichtzug hat das Nachtheilige, daß das Aussetzen und Abheben der vielen kleinen Gichtgefäße ein größeres Arbeitspersonal erfordert, als bei den Gichtzügen, wo die Gichtsätze in Karren oder Wagen aufgezogen und diese unmittelbar zur Gicht des Ofens gefahren werden. Auf der ältern Anlage werden die Gichtsätze auf einem ansteigenden Schienenwege in zweirädrigen Blechkarren durch ein mit der Dampfmaschine in Verbindung gesetztes, schräg liegendes Paternosterkettenpaar herauf-

gezogen. Die Karren sind mit einer Dehse versehen, in welche die Haken eingelegt werden, welche im Mittel zwischen den beiden Kettensträggen angebracht sind. Auf der neuern Anlage, welche zum Theil noch im Bau stand, wurde dagegen ein verticales Doppelpaternosterwerk aufgestellt, in dessen beide Kettenpaare eiserne Gichtwagen eingehängt werden und dessen Betrieb durch eine besondere Hochdruckmaschine erfolgen sollte. Die vierrädrigen Gichtwagen sind so eingerichtet, daß sie bequem vor der Gicht des Ofens ausgestürzt werden können, indem der fast halbkugelförmige Blechkorb auf den Seitenbügeln des Wagengestelles in Zapfen hängt, mit welchen letztern zugleich diese Wagen zwischen jedem der beiden Kettenpaare eingehängt werden, so daß die gefüllten Wagen in dem einen Kettenpaare aufwärts und die leeren in dem andern niederwärts gehen. Dieser Gichtzug ist in der Eisenhüttenkunde von Walter und Le Blanc näher beschrieben und abgebildet.

Einfacher in der Anlage, sowie weniger kostspielig in der Unterhaltung ist aber ein Gichtaufzug, wie er in Sclessin und Grivegnée besteht. Derselbe wird auf sehr zweckmäßige Art durch Wasser betrieben und zwar in der Art, daß das erforderliche Wasserquantum durch eine kleine, bei der Gebläsemaschine angehängte Druckpumpe in ein auf der Gichtsohle befindliches Bassin gedrückt und aus diesem nach Erforderniß abwechselnd in den einen oder andern unterhalb der beiden Gichtschalen angehängten blechernen Behälter geleitet wird, um abwechselnd die Gichtsätze der einen oder andern Schale heraufzutreiben, wobei sich die mit Wasser gefüllten Behälter durch ein auf bekannte Art sich öffnendes Scheibenventil unten wieder entleeren. Die Bewegung dieses Doppelaufzugs wird oberhalb durch ein mit der Welle der Gichtscheibe in Verbindung gebrachtes Bremswerk regulirt. Außer-

dem sind in Grivegné die beiden Wasserbehälter am Boden derselben ebenfalls mit einer Kette in Verbindung gesetzt, welche Kette sich im Mittel der beiden Gichtzüge um eine Scheibe fortbewegt. Diese untere Kette dient ebenfalls einigermaßen als regulirendes Gegengewicht, indem dieselbe das Uebergewicht der obern Kette beim Auf- und Niedergehen der Schalen allemal ausgleicht. Die Gichtsätze werden in 2 Stück zweiräderige Wagen von Eisenblech auf die Gichtschale geschoben und vor der Gicht des Ofens ausgestürzt, worauf sie dann mit der Schaufel durch die Oeffnungen im Gichtmantel aufgegeben werden.

Um die Arbeiter vor der Gefahr des Herabstürzens in den Gichtschacht, besonders während der Nachtschicht, sicher zu stellen, bedient man sich einer Vorrichtung, die deßhalb eine Erwähnung verdient, weil sie andern ihrer Einfachheit und Sicherheit wegen vorzuziehen ist. Der Gichtschacht wird nämlich allemal beim Herabgehen der Schale durch einen hölzernen, mit einem Ausschnitt für die Kette versehenen Deckel dadurch geschlossen, daß dieser, auf dem Gichtschalengestell frei aufliegend, beim Niedergehen desselben sich auf die oberhalb an den Gichtsäulen befindlichen Knaggen aufsetzt, wodurch der Schacht so lange geschlossen bleibt, bis der Deckel beim Aufgang der Schale wieder abgehoben wird.

In Sclessin bedient ein Gichtzug zwei Oefen mit einem Aufwande von kaum zwei Pferdekräften für die Gebläsemaschine, welche das erforderliche Wasser stetig in das Bassin eindrückt. Dadurch erwächst für das Gebläse gegen andere Gichtzüge, welche nur zeitweise die Maschinenkraft in Anspruch nehmen, der Vortheil, daß die Windpressung bei der stetigen und daher um so geringern Belastung der Maschine unverändert bleibt. Ein so eingerichteter Wassergichtaufzug vereinigt in der That so viele Vortheile, daß

er nicht genug empfohlen werden kann; auch selbst für solche Werke, auf denen mit dem Wasser sehr sparsam umgegangen werden muß, weil dasselbe Wasserquantum immer auf's Neue benutzt werden kann.

Die Hohofengebläse werden sämmtlich durch Dampfkraft betrieben, und die Maschinen sind größtentheils Niederdruck-, weniger Mitteldruck- und Hochdruckmaschinen mit und ohne Condensation. In Sclessin sind für sechs Hohöfen 5 Dampfmaschinen vorhanden, von denen beim Betriebe von fünf Hohöfen aber nur drei in Thätigkeit waren. Die Dampfcylinder dieser Maschinen haben 54″ engl. und die Blasecylinder 6′ 4″ Durchmesser. Die Hubhöhe beträgt 8′ und die Anzahl der Wechsel in der Minute durchschnittlich 15. Die Windpressung, welche im Gebläsehause gewöhnlich $2\frac{3}{4}$ Pfd. auf den rheinländ. Quadratzoll beträgt, wird zuweilen auch stärker genommen; im Allgemeinen *bläs't man jedoch in neuerer* Zeit nicht mehr mit so starker Pressung als früher und erreicht dieselben Resultate. Die vier Hohöfen in Esperance werden mit 2 Gebläsemaschinen betrieben, deren Dampfcylinder 44″ und die Blasecylinder 74″ Durchmesser haben. Hubhöhe und Anzahl der Wechsel sind hier wie zu Sclessin, die Windpressung beträgt dagegen in der Regel $4\frac{1}{4}$ Pfd. auf den rh. Quadratzoll. In Seraing waren für vier Hohöfen, die zur Zeit im Betriebe waren, 2 Dampfmaschinen thätig, eine Hochdruckmaschine mit einem Blasecylinder von 6′ Weite und einer Hubhöhe von 9′, und eine Niederdruckmaschine mit Blasecylinder von 65″ Durchmesser und einer Hubhöhe von 8′. Die Zahl der Wechsel betrug bei beiden 16 in der Minute. Der 60 engl. Fuß hohe Ofen zu Grivegnée wird mit einer angemessen starken Niederdruckmaschine betrieben, welche 10′ Hubhöhe hat und bei welcher in der Minute 10 Wechsel Statt finden. Couillet

besitzt zum Betriebe von drei Hohöfen, sowie eines engl. Raffinirfeuers und eines Cupolofens, 4 Dampfmaschinen.

Indem wir hinsichtlich weiterer Details über diese und über die auf der Königshütte aufgestellten Gebläsemaschinen, sowie hinsichtlich der zur Ermittlung der Stärke und Leistungen dieser Maschinen von dem Verf. ausgeführten Rechnungen auf unsere Quelle verweisen, beschränken wir uns darauf, hinsichtlich der verschiedenen, bei der Winderzeugung und dem Windverbrauch in Betracht kommenden quantitativen Verhältnisse die nachfolgende, von dem Verf. zusammengestellte Tabelle mitzutheilen:

Angabe der Werke.	Gebläsekraft für jeden Ofen in Pferdekräften à 33000 Pfd. 1′ rh. hoch in der Minute gehoben.	Pressung des Windes pro Quadratzoll rh. in Pferdekräften.	Windquantum in d. Minute in atmosph. Dichtigkeit für den Ofen in Cubikfuß rh.	Windquantum für eine Pferdekraft in atmosph. Dichtigkeit und für die Minute in Cubikfuß rh.	Flächeninhalt des Ofens in größter Weite oder im Kohlensack im Quadratfuß rh.	Windquantum für den Quadratfuß Kohlenfläche in Cubikfuß rhein.
1) Sclessin	50	$2\frac{3}{4}$	3530	71	161	21,9
2) Esperance	61	$4\frac{1}{4}$	2881	47	145	19,87
3) Seraing	$52\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	2730	52	135	20,22
4) Grivegné	73	$3\frac{3}{4}$	3796	52	226	17
5) Couillet	60	$3\frac{7}{8}$	3058	51	145	21
6) Chatelineau	71	$3\frac{7}{8}$	3636	51	161	22,58
7) Königshütte (in Oberschlesien)	$37\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	2250	60	95	23,68

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die Oefen auf der Königshütte, im Verhältniß zu ihrer Weite, im Kohlensack ein stärkeres Windquantum erhalten, wie irgend einer der belgischen Oefen. Es hat sich dies dort als das Zweckmäßigste herausgestellt und dürfte in der größern Dichtigkeit der dortigen aus Sand- und Sinterkohlen dargestellten Coaks begründet sein. Die vier Oefen auf der Königshütte haben sämmtlich nur 40 bis 43′ Höhe und sind im größten Durchmesser 1′ 11″ weit. Ihre Production erscheint im Vergleich mit der der belgischen Oefen, selbst unter Berücksichtigung ihres geringern cubischen Inhalts, auffallend gering und wird auch nur dadurch sich steigern lassen, daß, wie auch beplant wird, größere Oefen aufgebaut und kräftigere Gebläsemaschinen aufgestellt werden, welche eine der größern Weite der Oefen entsprechende Windpressung von mindestens 4 — 4½ Pfund auf den Quadratzoll zu liefern im Stande sind. Aber selbst dann wird die Production der Oefen auf der Königshütte hinter der der belgischen weit zurückbleiben müssen und kaum mehr als die Hälfte derselben erreichen, weil die auf der Königshütte verschmolzenen Erze (Braun-Eisenerze) durchgehends mulmig und nicht so reichhaltig sind wie die belgischen, welche reicher an Stuffen sind und noch dazu durch Wascharbeit leicht von den lettigen Theilen gereinigt werden können, was bei den schlesischen Erzen nicht ohne großen Verlust ausführbar sein würde. Durch den mulmigen Zustand der Erze wird der Gichtenwechsel in hohem Grade verzögert, was durch die größere Tragkraft oder den größern Effect der dichtern Coaks in Betreff der Production bei Weitem nicht ausgeglichen werden kann, selbst dann nicht, wenn eine stärkere Windpressung in Anwendung gebracht wird.

Auf vielen, ja auf den meisten der belgischen Werke benutzt man, wie schon erwähnt, die bei den Vercoakungsöfen abziehenden Gase zur Heizung der Dampfkessel zu den Gebläsemaschinen. Hiermit ist zuerst in Couillet durch den Hüttendirector Henrard schon vor längerer Zeit der Anfang gemacht worden, und bei dem so ausgezeichnet günstigen Erfolge ist diese Benutzung auch auf die andern Werke übergegangen, so weit es nur die einmal gegebene Localität in Bezug auf die Lage der Dampfmaschinen irgend gestatten wollte.

In Couillet befindet sich unmittelbar hinter einem der Maschinengebäude auf jeder der beiden Seiten desselben eine Doppelreihe von zweimal 9 einfachen Vercoakungsöfen, à 12 Hectoliter = $5\frac{1}{4}$ Tonnen Kohleneinsatz. Ueber jeder dieser Doppelreihen von Oefen liegen zwei runde Dampfkessel, jeder mit 2 Stück Siederöhren, zur Beschaffung der Dämpfe für den Betrieb der 60 pferdekräftigen Gebläsemaschine. Auch in Seraing wurde eben ein Complex von Vercoakungsöfen neu gebaut, welche die Coaks für die beiden neugebauten Hohöfen liefern sollten. Nach dem Project sollen acht Doppelöfen (Oefen mit zwei gegenüberstehenden Thüren) zusammengebaut werden, und zwar von 18′ Länge, $8\frac{1}{4}$′ Breite des Heerdes und $3\frac{1}{2}$′ Höhe des Heerdraumes in der Mitte und von 48 Hectoliter = 22 Tonnen Kohleneinsatz. Ueber diese acht Oefen soll nur ein einziger Dampfkessel von nicht weniger als 90′ engl. = 87′ rhein. Länge und 6′ Diameter aufgelegt werden, um mit demselben die 120 pferdekräftige Gebläsemaschine für jene beiden Hohöfen zu betreiben. Ein zweiter derartiger Kessel auf einem zweiten Ofencomplex soll als Reserve dienen.

In Sclessin war man ebenfalls im Begriff, runde Kessel von 48′ Länge und 4′ Durchmesser

über die Vercoakungsöfen zu legen, welche unfern des Gebläsehäuses in 6 Reihen à 24 Stück aufgestellt sind, und zwar erst jetzt, nachdem hier der Versuch, die Gase der Hohöfen zu jener Feuerung zu benutzen, mißglückt ist. Dieses Mißlingen lag aber keineswegs in der Sache selbst, und gewiß hätte man den Gegenstand nicht so bald fallen lassen, wenn sich nicht ein Ersatz dafür in der gleich vortheilhaften Benutzung jener Gase von den Vercoakungsöfen dargeboten hätte, wobei allerdings die erzeugten Wasserdämpfe weithin zu den Dampfcylindern der Gebläse geleitet werden müssen. Die Feuerung mit den Hohofengasen erfordert zwar ebenfalls eine lange Leitung der letztern bis zu den in der Nähe der Maschine befindlichen Dampfkesseln; indessen ist dies für den Effect der Gase wenig nachtheilig. Auf der Rheinbellerhütte am Hundsrück beträgt die Länge der Gasleitung von den derartigen Coakshohöfen nach den Dampfkesseln der Gebläsemaschine sogar gegen 250′, und dennoch wird der Zweck vollkommen erreicht.

In Sclessin hatte die Gasleitung eine Länge von 150 bis 160′ und war dieselbe zwar, wie gewöhnlich, aus ziemlich starkem Eisenblech gemacht worden; aber statt der runden hatte man die quadratische Form gewählt, und dies scheint die Veranlassung zu einem baldigen Verwerfen und Undichtwerden des Gascanals gegeben zu haben, in Folge dessen bei dem gestörten Abzug der Gase die stärker gewordene Gichtflamme den eingesetzten Apparat zum Abfangen der Gase auch sehr bald verbrannte. Der Verfolg der Sache hätte eine ganz neue Gasleitung in Röhrenform bedingt, wozu man sich aber nicht entschlossen hat, obwohl an einem endlichen glücklichen Erfolg nicht zu zweifeln war. Letzterer ist nämlich in Grivegné auf einem, dem Herrn Leon Orban angehörigen Werke unweit Lüttich an der Durthe schon

vor längerer Zeit vollkommen erreicht worden. Der Gasauffänger besteht hier ganz einfach aus einem 7′ tief in die oben 8′ weite Gicht eingehängten blechernen Cylinder, von 6′ Durchmesser, welcher oben mit einem übergreifenden Rande auf dem Kernschacht des Ofens aufruht und so einen Zwischenraum herstellt, in den das Gas aufgefangen wird. Ungefähr in der Mitte der Höhe dieses Cylinders liegt concentrisch hinter dem Kernschacht eine Röhrentour, welche mit dem Gasauffänger auf zwei entgegengesetzten Seiten durch zwei Abzugsröhren communicirt. Von einem concentrischen Röhrenstrange ab ist ferner hinter dem zweiten Schachtfutter eine 18″ Zoll weite und etwa $\frac{1}{8}$″ starke blecherne Röhrenleitung 18 — 20′ tief herabgeführt, wo alsdann dieselbe durch die Rauchmauer des Ofens nach Außen mündet und dann nach den zwei kofferartigen und mit Feuerrohr versehenen Dampfkesseln fortgeführt ist. Zur vollständigen Verbrennung der Gase wird unter dem Dampfkessel atmosphärische Luft zugeleitet, und zwar durch 11 Stück schmiedeeiserne, etwa 9′ lange und 1″ weite Röhren, die in dem Kniestück der Gasleitung vor dem Kessel in zwei Reihen übereinander eingeschoben sind, wodurch die zuströmende Luft zugleich etwas erwärmt wird. Unter jenem Kniestücke führt zu dem Feuerungsraum eine kleine, durch einen Schieber dicht verschließbare Oeffnung, durch die das Gas im Anfange der Feuerung zur Entzündung gebracht wird. Die Gasröhrenleitung muß alle 8 — 14 Tage von dem sich in derselben ansammelnden Flugstaub und Zinkoxyd gereinigt werden, zu welchem Behufe in gewissen Entfernungen geräumige Oeffnungen angebracht sind, welche nach Art der Fahrlöcher bei den Dampfkesseln dicht verschlossen werden.

Die Esse der Dampfkessel hat die in Belgien gewöhnliche Höhe von etwa 100′. Dennoch ist der Abzug der Gase aus dem Hohofen nur unvollkommen, weil die Gicht desselben immer offen und überdies noch mit dem gewöhnlichen, dicht anschließenden Mantel versehen ist, welcher als Esse wirkt, wogegen bei mehren Holzkohlenhohöfen anderwärts, bei denen die Gase zur Heizung von Dampfkesseln abgeführt werden, die Ofengicht nach jedesmaligem Aufgeben mit einem Deckel dicht verschlossen wird. Ein großer Theil der Gase wird daher in Grivegné immer noch als Flamme zur Gicht abgeführt, und die abgefangenen Gase sind deßhalb zur Dampferzeugung für die 75 pferdekräftige Gebläsemaschine nicht ausreichend. Man hat daher außerdem auf einen in der Nähe des Maschinengebäudes befindlichen Complex von 8 Stück einfachen Vercoakungsöfen von 12½′ Heerdlänge und 7′ Breite einen runden Dampfkessel aufgelegt und so erst in Verbindung mit jenen, durch Hohofengas geheizten Kesseln die erforderliche Dampfmenge für jene Maschine gewonnen. Um aber für alle Eventualitäten gesichert zu sein, ist neben den mit Hohofengas zu betreibenden zwei Kesseln noch ein dritter als Reserve vorhanden, welcher auf gewöhnliche Gruskohlenfeuerung eingerichtet ist. In Oberschlesien hat man bis jetzt bei den Coakshohöfen noch keine Anwendung von den Gichtgasen gemacht, sondern nur bei den Holzkohlenhohöfen und zwar mehrentheils nur zur Heizung der auf der Gicht befindlichen Winderhitzungsapparate. Auf der Königshütte würden die Vorrichtungen zum Abfangen der Gichtgase, behufs einer Dampfkesselheitzung, auch erst dann angebracht werden können, wenn die Oefen dereinst zum Umbau gelangen.

Die Regulirung des Gebläsewindes erfolgt in Belgien, wie auch größtentheils in Ober-

chlesien, durch Trockenregulatoren, welche in sehr langen, an den Enden gewölbten Cylindern aus Eisenblech bestehen und in ausgemauerten Räumen unter die Hüttensohle gelegt sind.

In der Regel dienen vier Hohöfen, zwei dergleichen Recipienten, jeder derselben von ungefähr 70' Länge und 6' Diameter, mithin von einem räumlichen Inhalt von etwa 1980 Cubikfuß für das bei zwei Hohöfen zu regulirende Windquantum. In Sclessin ist nur ein Regulator für sechs Hohöfen vorhanden, und zwar von etwa 300' Länge und 5' Diameter = etwa 5888 Cubikfuß Inhalt. Es würde dieser cubische Inhalt zu einer vollständigen Regulirung des Windes nicht ausreichen, wenn nicht die sehr weiten Windleitungsröhren zu Hülfe kämen und durch den gleichzeitigen Betrieb mehrer Maschinen schon an und für sich eine gewisse Regulirung der Windpressung vermittelt würde. In Grivegné, wo nur eine Gebläsemaschine zum Betriebe des einen Hohofens vorhanden ist, hat man dem Regulator auch einen größern Inhalt gegeben; die Länge desselben beträgt 50' bei einem Durchmesser von 8', wonach der räumliche Inhalt 2512 Cubikfuß beträgt.

In früherer Zeit waren in Oberschlesien fast allgemein nur Wasserregulatoren im Gebrauch, die aber nach und nach durch die Trockenregulatoren verdrängt worden sind. Ebenso auch auf der Königshütte, nachdem der so nachtheilige Einfluß einer feuchten Luft auf den Betrieb der Oefen durch besondere, schon vor zehn Jahren angestellte Versuche entscheidend nachgewiesen worden ist. Bei diesen Versuchen, die sehr oft und anhaltend, namentlich in der Winterzeit, wiederholt worden sind, wurden verschiedene Quantitäten Wasser mit dem auf 80° R. erhitzten Gebläsewind, als Dampf in letzterm aufgelös't,

in den Ofen eingeleitet und zwar zuletzt in dem Maße, daß der summarische Wassergehalt der Gebläseluft ungefähr demjenigen einer vollkommen mit Wasserdunst gesättigten Luft von 15° R. Temperatur entsprach, ein Wassergehalt, wie er nach den dortigen Beobachtungen mit dem Psychrometer in der sehr heißen Sommerzeit als mittlerer Durchschnitt für die Gebläseluft füglich anzunehmen ist. Der absolute Wassergehalt betrug nämlich für 1000 Cubikfuß Luft 0,0168 Cubikfuß oder für 2250 Cubikf. Gebläseluft, = dem Windquantum in der Minute für jeden Hohofen, 0,0378 Cubikfuß rh., so daß ein Ofen in der Stunde überhaupt 2,268 Cubikf. Wasser mit der Gebläseluft zugeführt erhielt. Bei der obigen Windquantität von 60,2250 bis 135000 Cubikf. in der Stunde, würde nach dem Verhältniß des specifischen Gewichts des Wassers zur Luft von 1000 : 43 jener Wassergehalt etwa 1,3 Proc. dem Gewichte nach betragen. Bei mehrmaligen Wiederholungen dieses Versuchs, der immer beim besten garen Ofengange im Winter angestellt wurde, zeigte es sich allemal, daß schon nach wenigen Tagen der gare Gang des Ofens nachließ und ein hellgrau feinkörniges Roheisen erfolgte. Es mußte der Erzsatz sofort verringert werden, um den Ofen in den frühern Gargang und Gichtenwechsel zurückzuführen. Der nachtheilige Einfluß eines Wasserregulators äußert sich aber in den heißen Sommermonaten um so stärker, als die atmosphärische Luft schon an und für sich den 3 bis 4 fachen Feuchtigkeitsgehalt von dem in der Winterzeit besitzt und die Luft nach Maßgabe ihrer Temperatur und Sättigungscapacität in jenem Regulator noch mehr Wasser aufnimmt. Hierzu kommt noch, daß der Wind auch mechanisch einen Theil des Wassers mit sich fortreißt, welches besonders dann der Fall ist, wenn im Gange der Gebläse zufällig Stok-

kungen eintreten und durch die plötzlich sich verändernde Windpressung eine tumultuarische Bewegung der ganzen Wassermasse herbeigeführt wird.

Von der Erhitzung des Windes ist man in Belgien allgemein sehr zurückgekommen. In früherer Zeit machte man hiervon, wie fast überall, einen sehr starken Gebrauch. Man steigerte die Temperatur des Windes bis auf 300° C., um eine desto größere Kohlenersparniß beim Betriebe zu erlangen. Die Erfahrung lehrte aber, daß die Güte des Roheisens darunter litt und daß dasselbe sowohl weniger feste Gußwaaren, als auch ein spröderes Stabeisen lieferte. Seitdem benutzt man die Winderhitzung hauptsächlich nur in so weit, als dadurch ein sehr kräftiges Hülfsmittel dargeboten ist, um den Gang des Ofens zu reguliren. Auf der Königshütte wird auch nur *ein* Theil der Roheisenfabrication *bei einem zu* 60 — 80° R. erwärmten Winde *erblasen*, und zwar *alles* dasjenige Roheisen, das zur demnächstigen Verpuddlung vorher in einem Gasflammenofen raffinirt wird, sowie auch dasjenige für die Frischfeuer zu Malapane und Kreuzburger Hütte, woselbst man ein bei warmer Luft außergewöhnlich gar erblasenes Coaksroheisen als Zusatz zu dem gar einschmelzenden Holzkohlenroheisen sehr gern verarbeitet.

Auf den meisten Werken Belgiens wird aber, sowie auch auf der Königshütte, immer ein gelindes Feuer auf dem Roste des Winderhitzungsapparats unterhalten, wozu man dort entweder die bei den Puddel- und Schweißöfen abfallenden Cinder, oder wie in Schlesien Gruskohlen anwendet. Der Wind wird dadurch nur lauwarm, so daß von einem nachtheiligen Einfluß auf die Güte des Roheisens nicht die Rede sein kann. Tritt aber zeitweise der Fall ein, daß eine stärkere Gestellhitze erforderlich ist, um

Versetzungen vorzubeugen, oder einem zu rohen Gange Einhalt zu thun, so ist dieses Hülfsmittel um so schneller beschafft, während sonst, wenn der Apparat erst angefeuert werden muß, oft der rechte Moment verloren geht und die Beseitigung des Uebels um so schwieriger wird.

Auf einigen Werken scheint man jedoch Anstand zu nehmen, sich selbst dieses Vortheils zu bedienen, was wohl nur darin den Grund haben mag, daß die Roheisenbesteller ausdrücklich nur ein bei durchaus kalter Luft erblasenes Roheisen verlangen, um sich, weil eben ein stark erhitzter Wind entschieden nachtheilig auf die Güte des Roheisens einwirkt, durch jene Anforderung vor jedem möglichen Mißbrauch der Winderhitzung um so sicherer zu stellen.

Die Apparate zur Winderhitzung sind größtentheils die bekannten Calder'schen mit den sogenannten Hosenröhren, und diese Apparate sind auch gewiß die besten; nicht allein, weil sie durch die große Anzahl der Röhren den Wind stark vertheilen und denselben daher mit einem geringen Brennmaterialaufwand stark erhitzen, sondern auch, weil der Wind jene Röhren, wenn sie gleich nur 5 — 5½'' weit sind, dennoch mit viel geringerm Widerstand oder Pressungsverlust durchströmt, als bei andern Apparaten, bei welchen der Wind fortdauernd von einem Rohr zum andern mit jedesmaliger Windung übergehen muß.

Die Hauptproduction der belgischen Hohöfen besteht in dem grellweißen Roheisen zum Verpuddeln, der sogenannten fonte d'affinage. Graues Roheisen, fonte moulage genannt, wird in viel geringerer Menge erblasen. Auf den oberschlesischen Hütten ist umgekehrt das graue Roheisen das gewöhnliche Product, selbst für die Fälle, wo das Eisen verpuddelt werden soll. Der Grund davon liegt in dem höhern

Hitzgrade, welcher hier im Hohofen nöthig ist, weil die Coaks weit dichter und die Erze ärmer und durchgehends strengflüssiger sind, wie die belgischen. Wiederholt auf der Königshütte angestellte Versuche, durch Vergrößerung des Erzsatzes weißes Roheisen zu produciren, führten zwar in Bezug auf das Product zu einem nicht ungünstigen Resultate, der Gichtwechsel nahm indeß dabei alsbald so sehr ab, daß die Production um $\frac{1}{4}$ oder mehr hinabsank, und überdies wurde der Eisengehalt der Erze viel weniger rein ausgebracht. Man ist daher auf der Königshütte dabei stehen geblieben, zum Verpuddeln eine Mischung von $\frac{1}{2}$ grauem und $\frac{1}{2}$ raffinirtem Roheisen anzuwenden, wobei außer einer größern Gleichförmigkeit des Products, wie bei Anwendung von meist erblasenem Roheisen, auch der Vortheil ist, daß der Abgang geringer ausfällt, während in Bezug auf die Dauer der Chargen beim Puddeln kein erheblicher Unterschied Statt findet. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die auf der Königshütte übliche Raffinirmethode, wobei rohe Steinkohlen und Cinders aus der Feuerung der Puddelöfen in Anwendung gebracht werden, eine minder kostspielige ist, als die englische, wozu noch hinzukommt, daß man gegenwärtig zu dem Gewölbe des Flammenofens, statt der Thonziegeln, ein schiefriges Quarzgestein anwendet, das wegen seiner größern Feuerbeständigkeit die Hitze des Ofens noch mehr zu steigern gestattet, und zwar dadurch, daß man den zur Verbrennung der Gase erforderlichen Wind durch die abziehende Ofenflamme erhitzt, wodurch die Dauer der Arbeit noch mehr abgekürzt und eine größere Ersparniß an Brennstoff erzielt wird.

Anders sind aber die Verhältnisse in Belgien, wo sich alle Umstände sehr glücklich vereinigen, um unmittelbar in den Hohöfen ein gutartiges weißes Roheisen zu erblasen und so den Raffinirproceß für

die Fabrication der gewöhnlichen Stabeisensorten und Bahnschienen entbehrlich zu machen. Die Production der dortigen Hohöfen wird durch das Erblasen der fonte d'affinage nicht nur nicht vermindert, sondern im Gegentheil fast um die Hälfte gegen die bei dem Erblasen von fonte moulage erhöht. Die Selbstkosten jenes Roheisens stellen sich dadurch, wie durch den viel geringern Kohlenverbrauch, für 1 Ctr. Product so bedeutend niedriger, daß der Nachtheil des Eisenverlustes durch die unvollkommene Reduction der Eisenerze nur als geringfügig erscheint, wie später noch erörtert werden wird. Dieses Preisgeben eines geringen Theils des Eisengehalts der Erze scheint aber auch die gutartige Beschaffenheit der fonte d'affinage zu vermitteln. Es ist wohl anzunehmen, daß bei dem niedrigen Temperaturgrade des rohen Ofenganges, bei dem nicht einmal der ganze Eisengehalt des Erzes gewonnen wird, die andern erdigen Theile des letztern, und namentlich die Kieselerde, nicht in solcher Menge reducirt werden können, als bei einem hitzigern garen Gange des Ofens. Es folgt aber hieraus noch nicht, daß der rohe Gang immer schon eine Bürgschaft abgebe für ein reineres, zur unmittelbaren Verpuddelung stets gleich gut geeignetes Product. Dies ist nur sehr bedingt der Fall und wird nur für die Voraussetzung gelten, daß die Erze und Kohlen nicht über ein gewisses Verhältniß hinaus solche Stoffe enthalten, die auch schon in niederen Hitzgraden sich mit dem Eisen leicht verbinden, wie namentlich der Schwefel und Phosphor, daß ferner jene Materialien nicht zu reichhaltig an Kieselerde sind; denn wenngleich die Kieselerde schwerer reducirbar ist, als Eisenoxyd, so würde sie doch auch bei einer niederen Temperatur, je nach ihrer Masse und nach der prädisponirenden Affinität des Siliciums zum Eisen, leicht in solchem Verhältniß zur Reduction

gelangen können, daß dadurch das Eisen verschlechtert würde. Eine dritte Bedingung ist endlich noch die, daß der Ofen in einem regelmäßigen Gange sich befindet; im entgegengesetzten Falle würde, selbst bei im Ganzen gutartigen Erzen und wenig Asche gebenden Coaks, kein gleichförmig gutes Product gewonnen werden können, weil alsdann die Gichten theilweise in noch zu rohem Zustande in's Gestell rücken und die Reduction der kieseligen 2c. Theile des Erzes in dem hohen Hitzgrade über den Formen mehr begünstigt wird, als in der niederen Temperatur der höhern Region des Ofens, in welcher die Reduction der Eisenerze bei regelmäßigem Gange des Ofens schon hätte vor sich gehen sollen.

Das grellweiß erblasene Eisen kann hiernach von sehr verschiedener Güte sein, und es wird bei unreiner Beschaffenheit ein noch schlechteres Stabeisen liefern, als ein grau erblasenes Roheisen mit demselben oder noch höherm Gehalt an Erdmetallen oder sonstigen fremdartigen Stoffen, weil letzteres Roheisen flüssiger einschmilzt und eine Verzögerung des Frischens zuläßt, wodurch auf eine Abscheidung jener Stoffe hingearbeitet werden kann, was beim weißerblasenen Eisen nicht in dem Grade zu erreichen ist. Aeußere Kennzeichen der Güte sind beim grellweißen Roheisen noch weniger vorhanden, als beim grauen. Während beim letzten ein starker Siliciumgehalt sich durch eine mehr aschgraue Farbe und durch einen matten und dichten Bruch verräth, wird derselbe beim weißen Roheisen durch das Bruchansehen sich nicht leicht zu erkennen geben. Als ziemlich sicheres Kennzeichen eines guten grauen Roheisens gilt bekanntlich ein stark zackigkörniger und glänzender Bruch, während ein glimmrig-blättriger nicht für die Güte desselben spricht. Kennzeichen dieser Art fehlen dagegen bei dem grellweißen Eisen, bei dem weniger

das Bruchansehen als der Grad der Dünnflüssigkeit beim Abstich ein ungefähres Anhalten zur Beurtheilung seiner Güte abgiebt. Bemerkenswerth ist hier beiläufig noch, daß das auf der Königshütte nur unvollkommen, d. h. bis zu einem noch lichtgrauen Bruch im Gasflammenofen raffinirte Roheisen, einen außergewöhnlich hohen Grad von Festigkeit besitzt, weßhalb dieses halb raffinirte Roheisen auch zum Abguß von Walzen und allen sonstigen Gußwaaren, von welchen man einen hohen Grad von Festigkeit verlangt, besonders dargestellt wird. Der Bruch desselben ist weniger körnig als gestrickt-faserig.

Außer dem weißen und dem vollkommen grauen Roheisen wird auf den belgischen Hütten auch noch ein halbirtes Eisen, fonte truitée, erblasen, das beim Verpuddeln ein besseres Stabeisen liefert, weil es nicht so rasch frischt, wie das weiß erblasene Eisen. Dieses Product wird zwar in ziemlich bedeutender Menge erzeugt, würde jedoch nicht wohl mit Sicherheit andauernd erhalten werden können, indem es je nach den zufälligen Einflüssen auf den Gang des Ofens bald in weißes, bald in graues Eisen überzugehen beginnt. So lange das Gestell noch eng ist, benutzt man die Oefen auf graues Roheisen, später vorzugsweise auf fonte d'affinage. Die Gestelle sind auch nur zum Theil für die Production von grauem Eisen höher und enger, z. B. in Couillet 10 engl. Fuß hoch, bei kaum 3 Fuß oberer Weite, während die gewöhnliche Höhe bei $4\frac{1}{2}$ Fuß Weite nur 7 Fuß beträgt. Was die Windführung betrifft, so wendet man in Couillet für fonte moulage 2 Stück nur $2\frac{3}{4}$ engl. Zoll weite Düsen und eine Pressung von 20 Centim. Quecksilberhöhe (= etwa $3\frac{7}{8}$ Pfd. pro rhn. Quadratzoll), für fonte d'affinage dagegen 2 dreizöllige Düsen und eine Pressung von 18 Centimet. (= etwa $3\frac{1}{2}$ Pfd.) an, Grenzen, innerhalb deren die

Windpressung bei den belgischen Oefen überhaupt gewöhnlich schwankt.

Auffallend groß ist der Unterschied in den Erzsätzen, je nachdem diese oder jene Sorte Eisen erblasen wird. Bei gleichbleibender Quantität von Coaks verhält sich nämlich das Gewicht des Erzsatzes bei fonte moulage zu dem bei fonte d'affinage beinahe wie 2 zu 3, wornach also auch der Kohlenverbrauch bei der fonte moulage fast um die Hälfte höher zu stehen kommen würde, wenn das Ausbringen der Erze hier wie dort dasselbe wäre. Dieses ist aber bei der Erblasung von fonte d'affinage in der Regel um etwa 3 Proc. niedriger als bei der fonte moulage. Mit Rücksicht auf diese unvollkommenere Reduction der Eisenerze und weil das in die Schlacke übergehende Eisenoxydul als Fluß beförderndes Mittel wirkt, ist auch der Kalksteinzuschlag in der auf fonte d'affinage eingerichteten Erzgattirung gewöhnlich um 3 Proc. niedriger als bei der auf fonte moulage, wenn dieselben Erze verschmolzen werden. Der Unterschied ist aber noch größer, wenn, wie es öfter der Fall ist, zur Erblasung von grauem Roheisen strengflüssigere und ärmere Erze angewendet werden. Der Kalkzuschlag beträgt bei letzterem Roheisen bei einem durchschnittlichen Eisengehalt der Erze von 38 Proc. gegen 38 — 40 Proc., dagegen bei der Gattirung für weißes Eisen nur 35 — 37 Proc. Die Coaksgichten sind auf den belgischen Werken constant und betragen durchgehends 400 — 600 Klgr. = 855 — 1282½ Pfd. Der Erzsatz beträgt bei gutem Ofengange auf eine Coaksgicht von 400 Klgr. bei Erblasung von fonte d'affinage 700 — 750 Kilogr. oder durchschnittlich etwa 14 Ctr., bei fonte moulage 480 — 500 Kilogr. oder durchschnittlich 9½ Ctr. Auf der Königshütte werden in der Regel drei einfache Coaksgichten, je zu 2 Tonnen zusammen

1440 Pfd. wiegend, gesetzt und auf diese ebenfalls drei einfache Erzgichten aufgegeben, welche zusammen $15\frac{3}{4}$ — $16\frac{1}{2}$ Ctr. wiegen. Dies stimmt mit dem in Belgien für fonte moulage üblichen Erzsatz ziemlich überein; da das Erz jedoch dort von höherem Eisengehalt ist, so fällt der Coaksverbrauch für eine gleiche Menge producirtes Eisen dort niedriger aus*). Derselbe beträgt nämlich auf 100 Klgr. fonte d'affinage 150 bis 165, auf 100 Klgr. fonte moulage 200 bis 240 Klgr.; auf der Königshütte ist der Coaksverbrauch dagegen auf 100 Pfd. graues Roheisen

*) Je nach dem Gange des Ofens werden auf der Königshütte statt jener dreifachen Gichten entweder nur doppelte oder auch wohl vierfache Gichten gesetzt. Es bestimmt sich dies nach dem Grade der Oberhitze im Ofen; wird dieselbe nach Maßgabe der Gichtflamme zu stark, so wird selbige durch das Setzen von vierfachen Gichten in kurzer Zeit ermäßigt und dagegen die Hitze im Gestell mehr concentrirt, und zwar dadurch, daß die heißen Gase schon im dem untern Ofentheile durch die stärkern Erzgichten zum längern Verweilen disponirt werden, daher hier schon mehr Hitze absetzen müssen und in ihrer Temperatur herabgestimmt werden. Es äußern sonach die stärkeren Erzgichten dieselbe Wirkung, wie eine engere Gicht des Hohofens, durch die ebenfalls erfahrungsmäßig die Hitze im Gestell mehr concentrirt wird, während sich die Gicht selbst kühler stellt. Im umgekehrten Falle bei zu schwacher Oberhitze, wie solche besonders bei sehr nassen Erzen einzutreten pflegt, werden nur Doppelgichten gesetzt. Es ist dies ein sehr bequemes Mittel, die Hitze im Ofen zu regeln, und es geht daraus hervor, daß die Stärke der Erzlage von nicht geringem Einfluß auf den Betrieb des Ofens ist. Da in Belgien die Erzsätze, je nachdem fonte moulage oder d'affinage erblasen wird, in dem Maße variiren, daß dieselben bei der letztern das $1\frac{1}{2}$ fache betragen, so dürfte es wohl zweckmäßig erscheinen, bei der Erzeugung von fonte moulage das Gichtmaß für die Erze und Coaks verhältnißmäßig zu erhöhen, so daß, wenn z. B. die Coaksgichten von 1 Cubikmeter auf $1\frac{1}{2}$ Cubikmeter erhöht werden, die Erzgichten ziemlich eben so hoch wie bei der Erblasung von fonte d'affinage zu stehen kämen.

durchschnittlich 245 Pfd., welches etwas größere Quantum außer von dem geringern Gehalt der Erze davon herrührt, daß die schlesischen Coaks schwerer sind, wie die belgischen, und die schweren Coaks bei gleichem Gewicht einen etwas geringern Effect geben, wie leichtere. Die Production beträgt auf den belgischen Werken in einer zwölfstündigen Schicht bei fonte d'affinage 7500 — 8500, bei fonte moulage 5000 — 5750 Klgr., je nach der Reichhaltigkeit des Erzes. Noch ist zu bemerken, daß auf mehrern Werken bei der Erzeugung von grauem Roheisen, besonders für den eignen Bedarf der Gießerei, eine mittelmäßige Erhitzung des Windes von 60 — 100° C. zu Hülfe genommen wird, um den Ofen stets in vollem Gargange zu erhalten. Eine so geringe Temperatur des Windes dürfte auch in der That, und am wenigsten bei einem Roheisen, welches zur Gießerei bestimmt ist, der Qualität desselben nachtheilig werden können. Die Erfahrungen auf der Königshütte, welche sich auf besonders angestellte Proben über die Festigkeit des bei warmer und kalter Luft erblasenen Roheisens gründen, sprechen ebenfalls dafür.

Auf den belgischen Werken bläs't man fast allgemein nur mit zwei Düsen. Dabei ist jedoch die Vorrichtung, auf der Rückseite des Ofens eine dritte Düse einlegen zu können, für den Fall, daß an einer der Seitenformen wegen angesetzter Massen der Wind zeitweise abgestellt werden müßte. Die Formen, die von Eisenblech sind, werden auch beim Blasen kalter Luft gewöhnlich gekühlt, und auch die Tümpelplatte wird durch Wassercirculation kühl erhalten. Ein Reinigen des Heerdes findet in der Regel nicht Statt, was nicht allein der Reinheit der Schmelzmaterialien zuzuschreiben ist, sondern auch zum Theil dem dortigen eigenthümlichen Verfahren in Betreff der Schlak-

kenführung. Der Wallstein ist nämlich über dem Niveau der Formen auf 12 bis 16'' erhöht, um das sich ansammelnde Eisen durch den Gegendruck der im Vorheerde aufsteigenden Schlacke stets mit einer starken Schlackenschicht bedeckt zu lassen und mittelst derselben den Heerd um so freier von starr werdenden Ansätzen zu erhalten, wodurch eben um so seltener eine Reinigung des Gestelles erforderlich wird. Es genügt vielmehr, gegen Ende des Abstichs den Wind durch den Vorheerd blasen zu lassen, wo dann die angesammelte Lösche mit Heftigkeit herausgetrieben wird. Das Zumachen des Heerdes ist hierbei nur etwas beschwerlicher, weil der ebenfalls höher liegende Tümpel nach jedem Abstiche mit vielem Lehmsande unterstampft werden muß, um den Vorheerd gut zu schließen, was bei der starken Pressung des Windes um so nöthiger ist. Von um so größerem Werthe ist dieser höhere Schlackenabfluß für solche Werke, wo die Schmelzmaterialien nicht so rein sind, wie in Belgien, wo es also noch mehr darauf ankommt, einem Anwachsen von strengflüssigen Massen bei den Formen entgegenzuwirken und die sonst so mühsame Heerdarbeit zu erleichtern. Dieser Gegenstand ist, in Bezug auf den Hohofenbetrieb der Königshütte, im Jahrg. 1849, S. 359 der Berg- und Hüttenzeitung abgehandelt worden.

Das Roheisen wird entweder zu etwa 3 Fuß langen, in Sand geformten Barren von durchschnittlich 36 Klgr. = 77 Pfd. Gewicht abgestochen, von welchen gewöhnlich über 200 Stück für jeden Abstich eingeformt werden, oder es wird zum eignen Bedarf in breite, gußeiserne Schalen abgelassen, die in Seraing bald nach dem Herausnehmen des Eisens jedesmal mit sehr verdünnter Kalkmilch überstrichen werden, und auf das noch flüssige Eisen wird endlich noch Wasser geleitet. In Grivegné ist zu die-

sem Behufe längs des neben dem Sandheerde befindlichen, gußeisernen Gerinnes von 4′ Breite in einer Höhe von 8′ eine gußeiserne Röhrentour gelegt, in welcher, in Abständen von 2′, kleine Oeffnungen angebracht sind, aus welchen das Wasser auf das flüssigere Eisen herabströmt.

Die Hohofenschlacke wird entweder in eine Reihe kleiner, längs der Schlackentrifft angebrachter Vertiefungen eingeleitet, in deren Mitte kurze, unten kreuzförmige Haken zum Herausheben der erstarrten Schlackenklumpen eingesetzt werden, oder es wird die Schlacke, wie in Seraing, in einen Sumpf geleitet und mit Hülfe eines Krahns in die Schlackenwagen eingehoben, die dann durch Pferdekraft auf einem Schienenwege forttransportirt werden. Ganz practisch sind diese Schlackenwagen auf den Werken bei Charleroi construirt, um die Schlacken bequem über den Schienenweg ausstürzen zu können. Die blechernen Schlackenkästen, von etwa 3′ Breite, 4′ Länge und 18″ Höhe, ruhen innerlich mit ihrer in der Längenrichtung am Boden angebrachten Achse am vordern und hintern Ende des Wagengestells auf einem halbkreisförmigen, etwa 1′ hohen Bügel, der zugleich dem Kasten beim Umkippen zur Auflage dient, um denselben nicht auf die Räder aufschlagen zu lassen. Das Kippen des Kastens während des Transports wird durch seitlich am Gestell angebrachte Haken verhindert, welche, wie auch die herabhängende Seitenthüre des Kastens, beim Ausstürzen der Schlacken leicht frei gemacht werden können. So geringfügig dieser Gegenstand auch scheinen mag, so ist doch das Wegschaffen der großen Masse von Schlacken, meistens in sehr großer Entfernung vom Werke, und im Gewicht etwa das $1\frac{3}{4}$ fache von dem des producirten Eisens betragend, ein Gegenstand von nicht geringer Bedeutung, insofern derselbe dem

Werke viel Unkosten macht und daher zur größtmöglichsten Oeconomie auffordert.

Zum Schlusse stellt der Verfasser zwischen den Productionskosten des Eisens in Belgien und in Schlesien Vergleichungen an, aus denen sich ergiebt, daß die belgischen Werke sowohl in Betreff der Höhe der Arbeitslöhne — der geringste Tagelohn ist 1½ Francs = 12 Sgr., in Schlesien nur 7 Sgr., ein Hohofenschmelzer erhält dort pro Schicht 3 Frcs. oder 24 Sgr., in Schlesien 13 bis 15 Sgr. —, wie hinsichtlich der im Allgemeinen weit höhern Preise der Materialien, gegen die schlesischen im Nachtheil stehen, und daß, wenn erstere dennoch besser gedeihen, dies neben der allerdings großentheils günstigern Beschaffenheit der Materialien, hauptsächlich dem größern Umfange, in welchem die belgischen Werke die Production betreiben, zuzuschreiben ist. Während die oberschlesischen Werke, mit Ausnahme der Laura- und Königshütte, von denen jede vier Oefen betreibt, durchgehends nur zwei Hohöfen haben, sind in Belgien auf den meisten Hütten vier, auf einigen auch fünf Hohöfen im Gange, und außerdem ist die Production eines Hohofens dort 3 — 4 mal so groß, wie in Schlesien, was, da das Arbeiterpersonal bei Weitem nicht im Verhältniß der größern Production wächst, zur Folge hat, daß der Arbeitslohn, obschon in Belgien an sich höher, dort für ein gleiches Quantum producirtes Eisen nicht so hoch kommt, wie in Schlesien.

Die verschiedenen Verwendungen der Hohofengase zu nutzbaren Zwecken.

Dieser und der folgende Artikel ist von Herrn Montefiori Levi auf dem Hüttenwerke Dugrée bei Lüttich in Belgien verfaßt; beide waren im „Mi-

ning Journal" vom Jahre 1850 abgedruckt und wurden von dem Herausgeber bearbeitet.

Die Zusammensetzung der Hohofengase, sowohl in der Gicht, als auch in jedem andern Theile des Ofens, ist ein sehr interessanter Gegenstand; allein seine Untersuchung ist sehr schwierig, und die Analyse eines Gemisches verschiedener Gase außerordentlich verwickelt. Die Beamten, denen der Betrieb der Hohöfen anvertraut ist, haben in den bei Weitem meisten Fällen nicht die gehörige Kenntniß und Geschicklichkeit und noch seltener die Zeit, um solch ausgedehnte chemische Untersuchungen vornehmen zu können, wie die Analyse der Hohofengase erfordert. Die Schwierigkeit wird noch durch die kostbaren Apparate erhöht, welche zu solchen Untersuchungen nöthig sind. Die Erfahrung beweis't, und jeder rationelle Hüttenmann muß es zugeben, daß die Kenntniß von der Zusammensetzung dieser Gase aus dem practischen Gesichtspuncte von großer Wichtigkeit ist, und daß der Gegenstand auch die Aufmerksamkeit Derer verdient, die ihn weniger aus dem wissenschaftlichen, als aus dem rein practischen Gesichtspuncte betrachten. Die Gesetze, welche die sehr vielfachen Erscheinungen des Hohofenbetriebes beherrschen, sind lediglich durch eine genaue Beobachtung der Zusammensetzung der Gase zu bestimmen, und ein Jeder, der genauer auf die Theorie des Hohofenbetriebes eingeht, muß es bald erkennen, wie wichtig ein genauer Begriff von der Beschaffenheit dieser Gesetze ist. Practische Hüttenleute, die, wie schon gesagt, nur unter besondern Verhältnissen eigene Untersuchungen über die Gichtengase anzustellen vermögen, müssen daher ein großes Interesse an den Arbeiten Anderer über diesen Gegenstand, unter denen die der Herren B u n s e n und P l a y f a i r, E b e l m e n, S c h e e r e r 2c. besonders wichtig sind, haben.

Hier kann nur der fragliche Gegenstand in Beziehung auf die practische Benutzung der Hohofengase ganz summarisch betrachtet werden.

Der erste und vielleicht wichtigste Punct ist die Art und Weise, wie die Gase aufgefangen werden, und dies ist auch der Gegenstand vorliegender Mittheilung. Dieses Auffangen und Ableiten der Gase kann auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden:

1) Dadurch, daß man einen Theil des Gases durch Oeffnungen in den Wänden des Ofenschachts entweichen, die Gichtöffnung aber, wie gewöhnlich, offen läßt.

2) Durch Ableitung des Gases auf dieselbe Weise, aber mit Verschluß der Gichtöffnung zwischen dem Aufgeben der Gichten.

3) Indem man in die Gicht des Hohofens einen 6 — 7 Fuß hohen Cylinder von Gußeisen oder von starkem Eisenblech hängt, dessen Durchmesser geringer als der der Gichtöffnung und der an beiden Enden offen ist, so daß ein Theil des Gases zwischen seiner äußern und der innern Ofenwand emporsteigen und dann durch eine oder mehre Oeffnungen abgeleitet werden kann. Diese Einrichtung kann, gleich der vorhergehenden, bei offener oder bei einer mit einem blechernen Deckel verschlossenen Gicht, angewendet werden.

4) Endlich werden die Gase in der Esse über der Gichtöffnung aufgefangen, und es werden sowohl die Thüren zum Aufgeben der Gichten, wie auch die obere Oeffnung der Esse, in den Zeiträumen, in denen nicht aufgegeben wird, sorgfältig verschlossen gehalten.

Das erstere Verfahren ist dasjenige, welches der Entdecker dieser so wichtigen Benutzung, Faber du Faur zu Stuttgart, zuerst in Wasseralfingen im Würtembergischen und zu Neu-Joachimsthal in Böhmen eingerichtet hat, und die später in vielen andern

deutschen und in vielen französischen Hütten, mit mehr oder weniger wesentlichen Veränderungen, ebenfalls angewendet wurden. Dahin gehört die Modification, daß man die Ableitungsöffnungen höher als Herr Faber anbrachte, nach dessen Angabe sie sich in einer Höhe von $\frac{3}{10}$ der ganzen Höhe des Ofens, von oben nach unten zu gerechnet, befanden. Dies war offenbar viel zu niedrig, da die Materialien, welche den Ofenschacht ausfüllen, sich dort schon im geschmolzenen Zustande befinden, und die Gase durchaus ihren reducirenden Einfluß auf das Eisenoxyd ausüben müssen. Alsdann haben sie auch eine viel zu hohe Temperatur, so daß der Wärmeverlust sehr bedeutend ist; denn es werden die Gase alsdann aus dem Ofen an Puncten abgeleitet, wo sie noch einen sehr wesentlichen Nutzen haben. Der Ofen muß daher einen Wärmeverlust erleiden, und die nothwendige Folge davon ist ein größerer Brennmaterialverbrauch. Die Hohöfen zu Wasseralfingen und zu Neu-Joachimsthal sind ungefähr 32 Fuß hoch; sie haben sechs 19½ Zoll hohe, 8½ Zoll breite und ungefähr 10 Fuß von der Gichtöffnung entfernt liegende Ableitungsöffnungen. Die Hohöfen producirten ungefähr 5 Tonnen täglich, und es waren die abgeleiteten Gase hinreichend zur Feuerung der Gebläse-Dampfmaschine und eines Weißofens. Diese Methode hat das Vortheilhafte, daß wenig Veränderungen an dem Ofen erforderlich sind; die Gicht wird nicht enger gemacht, und die Art und Weise des Aufgebens bleibt auch unverändert. Dagegen ist es ganz augenscheinlich, daß dem Ofen nur ein Theil des Gases entzogen werden kann. Eine weit größere Menge kann abgeleitet werden, wenn man die Gichtöffnung mit einem Deckel verschließt; allein wenn dieselbe weit ist, so hat der Verschluß einige Schwierigkeiten. Jedoch hat Herr Levi verschlossene Gichten auf mehrern

Hütten, z. B. bei den Hohöfen zu La Voulte an dem Rhone, gesehen, und es veranlaßte diese Einrichtung sehr gute Resultate.

Die Hohöfen zu Le Pouzin und zu La Voulte sind ungefähr 57 engl. Fuß hoch und in der Gicht 6′ 4″ weit. Die Gase werden durch sechs Oeffnungen in den Wänden des Ofenschachtes abgeleitet und sammeln sich in ein ringförmiges Reservoir, welches den obern Theil des Schachtes umgiebt. Aus diesem ringförmigen Behälter wird das Gas durch eine Röhre dahin geführt, wo man es benutzen will. Die Fig. 129 giebt einen senkrechten Durchschnitt von der Gicht des Hohofens, nebst Röhren zur Ableitung der Gase und nebst Verschluß der Gichtöffnung, den wir sofort näher beschreiben wollen.

Rings um die Gichtöffnung befindet sich ein gußeiserner Kranz mit einem doppelten, aufrechtstehenden Rande, von etwa 8″ Höhe. Zwischen beiden Rändern bleibt ein etwa 4″ weiter, ringförmiger Raum, der mit Wasser ausgefüllt ist. In dasselbe tritt der cylinderförmige Rand eines Deckels von starkem Eisenblech, der mittelst eines Hebels, wie die Figur zeigt, leicht gehoben und seitwärts geschoben werden kann. Unter diesem Deckel liegen Schienen, die Fortsetzung der Förderbahn, auf denen die Auflagwagen bis über die Gichtöffnung geschoben werden. Diese kleinen eisernen Wagen haben einen beweglichen Boden, den man mittelst einer einfachen Vorrichtung auf der einen Seite öffnen, und den Inhalt, Coaks oder Beschickung, in den Ofen fallen lassen kann. Es ist ein sehr wesentlicher Punct, daß das Aufgeben recht rasch bewirkt wird, da man begreifen muß, daß während dieses Zeitpunctes recht wenig Gase durch die Canäle abgeleitet werden können, sondern daß sie meistentheils durch die Gichtöffnung entweichen.

Aus diesem Grunde wendet man auch weit lieber die Einrichtung mit dem Cylinder oder Trichter an, sowie sie in Fig. 130 im Durchschnitte dargestellt worden ist. Ein solcher Trichter besteht aus Gußeisen oder starkem Eisenblech und ist entweder cylindrisch, oder nach unten zu erweitert, wie Fig. 130 näher zeigt. Er ist 6 bis 7 Fuß hoch, und der Durchmesser so, daß zwischen seinen äußern Wänden und dem Schachtfutter ein etwa 1 Fuß breiter, ringförmiger Raum bleibt. Der obere Theil des Trichters ist an einem Kranz befestigt, der auf einem gußeisernen Kranz, welcher den Rand der Gichtöffnung bildet, fest aufliegt. Das Gas wird aus dem ringförmigen Raume durch eine oder mehre Oeffnungen abgeleitet. Gußeiserne Trichter sind blechernen vorzuziehen, weil sie weniger leicht verbrennen. Manche der ersten dauerten 2 bis 3 Jahre, während blecherne Trichter nach 9 Monaten verbrannt sein können.

Sehr häufig ist nun der Trichter mit einem Gichtdeckel verbunden. Diese Einrichtung ist bei den 7 Hohöfen der großen Hütte Le Creusot in Frankreich angewendet, und Fig. 131 giebt einen Durchschnitt von dem obern Theil des Hohofens mit dem Trichter, dem Ableitungscanal und dem mit Wasser abgesperrten Deckel.

Zu Givors, ebenfalls in Frankreich, wendet man eine andere Einrichtung an, allein der Hohofen ist weit kleiner und hat nur eine 4 Fuß weite Gicht. Statt eines Deckels, der durch einen Hebel gehoben wird, hat er die Einrichtung eines Schiebers, und das Aufgeben wird wie bei den Hohöfen zu Le Pouzin bewirkt. Diese Gase werden zu Givors sehr vollständig gesammelt und das Aufgeben erfolgt mit großer Schnelligkeit. Obgleich der Ofen täglich nur 20 Tonnen Roheisen zum Gießereibetriebe producirt, so giebt das abgeleitete Gas dennoch das Brennmaterial

für eine Dampfmaschine von 40 Pferdekräften und für zwei Lufterheizungsöfen.

Die auf den großen Eisenwerken zu La Voulte und Terrenoire angewendeten Einrichtungen sind von den oben beschriebenen sehr wesentlich verschieden. Hier steht die Röhre, durch welche die Gase entweichen, mit der Esse in Verbindung und liegt höher als die Thüren zum Aufgeben; letztere sind durch gußeiserne Schieber verschlossen. Die obere Oeffnung der Esse ist ebenfalls mit einem eisernen Deckel verschlossen, und es kann der Verschluß durch einen Hebel und ein Gegengewicht leicht bewirkt werden. Um das mögliche Einströmen der atmosphärischen Luft in die Röhren, welche die Gase abwärts leiten, zu verhindern, hat man eine sehr sinnreiche Vorrichtung angebracht. Es bildet nämlich das Gegengewicht von dem Deckel der Esse ein Schieberventil, so daß die Verbindung mit den Röhren unterbrochen wird, sobald man den Essendeckel zu öffnen sich genöthigt sieht, indem das Ventil sich alsdann schließt. Dadurch werden alle Unfälle verhindert, da die Arbeiter sicher sind, den Deckel zu öffnen, da sie sonst von den schädlichen Gasen erstickt werden könnten. Hier, sowie bei den Pouzinhohöfen, ist es ein Punct der größten Wichtigkeit, das Aufgeben so rasch als möglich zu bewirken, da keine Gase abgeleitet werden können, während die Thüren offen stehen. Betrachtet man die erlangten öconomischen Wirkungen, so erscheinen diese Betriebseinrichtungen im höchsten Grade vortheilhaft. Zu La Voulte berechnet man die Kraft, die durch die Benutzung der von einem Hohofen abgeleiteten Gase hervorgebracht wird, auf 70 Pferdekräfte.

Die Benutzung der Hohofengase ist in Frankreich ganz allgemein; Herr Montefiore Levi sah zu Creusot, La Voulte, Terrenoire, Le Pouzin, Gi-

vors ꝛc. den besten Erfolg davon Durch die Anwendung mehrer Einrichtungen läßt sich annehmen, daß gegen alle Einwürfe zu machen sind. Nirgends hat aber eine nachtheilige Explosion durch die Bildung explodirender Gase in den Ableitungsröhren Statt gefunden, obgleich man diesen Einwurf gegen die Benutzung der Hohofengase oft gemacht hat. Herr Levi bemerkt, daß in einer Tiefe von 6 Fuß in den Hohofen zu Dugrée in Belgien der Druck der Gase gleich einer dreizölligen Wassersäule sei; es findet daher in den Röhren stets ein Druck des Gases Statt, und es kann demnach möglicherweise keine Luft eindringen. Wenn man statt weiter Leitungsröhren, in welche die Gase durch den eigenen Druck einströmen, engere Röhren und einen künstlichen Zug anwendet, so ist die Gefahr, daß atmosphärische Luft eindringt und explodirende Gemische entstehen, vor der Thür, welches aber in jenem Falle durchaus wegfällt. Herr Levi wird in einem folgenden Aufsatze über die Art und Weise der Benutzung der Hohofengase näher reden.

Benutzung der Hohofengase in den Ebbw-Vale-, Victoria- und Sirhowy-Eisenhütten in Südwales.

Auf diesen Werken, welche der Ebbw-Vale-Compagnie gehören, sind jetzt 11 Hohöfen im Betriebe, welche wöchentlich 14 — 1500 Tonnen Roheisen erzeugen. Die fünf Gebläsemaschinen haben 25 Dampfkessel. Jetzt werden 19 von diesen Kesseln mit Hohofengasen gefeuert, und diese erzeugen den zum stärksten Betriebe der Gebläse erforderlichen Dampf, ohne Steinkohlen als Feuerungsmaterial anzuwenden. Auf der Sirhowyhütte wird auch eine Wasserhebungsmaschine durch Hohofengase gefeuert. Ganz kürzlich hat

man endlich auch die Winderhitzungsapparate mit dieser Feuerung eingerichtet, und ist im Begriff, die Hohofengase zum Rösten des Eisensteins, zum Erhitzen der Trockenkammern für die Förmerei und zu andern Zwecken zu verwenden.

Der jetzige gedrückte Zustand des Eisenhüttengewerbes, sowie der große Verlust, welchen man bei einem schwachen Hüttenbetriebe, und noch mehr durch die Einstellung des Betriebes erleidet, erfordert die größtmögliche Oekonomie, und es kann daher nicht genug gelobt werden, daß die Ebbw-Vale-Compagnie mit der größten Energie ein so wesentliches Ersparungssystem durchzuführen gesucht hat. Es können daher wohlthätige Einflüsse auf den Hüttenhaushalt nicht ausbleiben. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn wir bemerken, daß schon jetzt durch Benutzung der Hohofengase gegen den früheren Betrieb ohne diese Benutzung wöchentlich 1000 Tonnen Steinkohlen erspart werden.

Auf den Eisenwerken der Herrn Darby in Nordwales werden die Hohofengase ebenfalls mit dem besten Erfolg benutzt.

Beschreibung der Gasapparate, mit Hülfe der Figuren 132—135.

Fig. 132 stellt einen senkrechten Durchschnitt von einem Hohofen dar. In die Gicht ist ein Cylinder oder Trichter C eingehängt, so daß in dem oberen Theile des Hohofenschachtes ein ringförmiger Raum **E E** entstanden ist, welcher die sich entwickelnden Gase aufnimmt. Der Cylinder besteht aus $\frac{3}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll starkem Kesselblech, und an seinem obern Rande ist ringsum dreizölliges Winkeleisen angenietet, welches einen äußern Kranz bildet, der auf dem gußeisernen Gichtkranze aufliegt. Der Cylinder hat eine etwa 12 Zoll geringere Weite als die Gichtöffnung, und eine

Höhe von 6 — 7 Fuß. Etwas feiner Gichtsand, der da auf den Gichtkranz geworfen wird, wo der Cylinderkranz auf ihm liegt, bildet einen hinreichend luftdichten Verschluß. In dem oberen Theile des Hohofenschachtes ist eine Oeffnung mit der Röhre F angebracht, um die Gase aus dem ringförmigen Raume dahin zu leiten, wo sie verbrannt werden sollen.

Fig. 133 ist ein Längendurchschnitt durch den cylindrischen Kessel. F ist die Gasröhre und G eine Büchse, die auf dem Mauerwerk steht, und in welche die Gase zuerst strömen, ehe sie in die Röhre, die durch den Kessel geht, gelangen. H ist eine Klappe, die zum Reinigen der Gasröhre und auch als Sicherheitsventil bei einer Explosion dient, indem sie sich alsdann durch den Druck der Gase öffnet, die Beschädigung des Apparates verhindert und durch ihre eigene Schwere wieder zufällt.

K ist eine Büchse oder ein Brenner, aus dünnem Eisenblech, an der einen Ecke so abgeschrägt, wie die Abbildung zeigt; mit einer Oeffnung von 9 Zoll Länge und ¾ Zoll Breite. Ihr Zweck ist, atmosphärische Luft in dünnen Schichten zur Verbrennung der Gase einströmen zu lassen, und ihre Lage ist aus den Figg. 133 und 135 genau ersichtlich. Die Gase dringen aus der Büchse G zu der Oeffnung der Kesselröhre L, während auch atmosphärische Luft durch die Brenner K, K einströmt, und das Gemisch alsdann durch ein kleines Feuer, welches man in der Nähe der Thür P unterhält, entzündet wird. Es muß dahin gesehen werden, daß dieses Feuer schon einige Zeit vor dem Einströmen der Gase angezündet und mit einer geringen Brennmaterialmenge stets unterhalten werde, und es ist dieß hauptsächlich dann erforderlich, wenn man nur die Gase von einem Hohofen benutzt. Es erfolgt nun eine Verbrennung, zuvörderst in der Röhre L, dann in

dem Seitencanale M und zuletzt in dem Canale N. Beide Canäle werden durch den Scheider O getrennt, und dieser trägt auch den Kessel A. Der Scheider reicht nicht ganz bis zum vordern Ende, um die Verbindung des Canals M mit dem Canal N zu bewirken. Aus dem Canale N strömen die Gase in die Esse, wie Fig. 133 und die auf derselben angebrachten Pfeile zeigen.

Fig. 134 ist ein Querschnitt durch das Ende des Kessels und der Canäle L, M, N, sowie auch durch den Scheider O.

Fig. 135 zeigt einen vordern Aufriß von dem Ziegelsteinmauerwerk, von der blechernen Büchse G, der Thür P, dem Schieberregister R, welches verschlossen wird, sobald der Kessel eine Reinigung ꝛc. bedarf. Bei K K kann man die Art und Weise der Anbringung der Brenner erkennen, wodurch die erforderliche Vermischung der Gase mit atmosphärischer Luft zur Bewirkung der Verbrennung hervorgebracht wird. S, S sind Oeffnungen in dem Mauerwerke, den Zügen gegenüber, wodurch man die Verbrennung der Gase beobachten kann.

Die Stabeisenfabrication. (S. 402.)

Von den verschiedenen, bei der Stabeisenfabrication neuerlich gemachten Verbesserungen ist es nur der Puddelproceß und der Walzwerkbetrieb, welche hier in Betracht kommen können. Sowie der Holzkohlen-Hohofenbetrieb das Maximum seiner Verbesserungen erreicht hat, so auch der Frischfeuerbetrieb. — Man mißverstehe uns aber nicht, man nehme dieß nicht absolut, denn Verbesserungen lassen sich noch immer machen!

Die von der Erfahrung als wesentlich und wichtig anerkannte Reihe der Verbesserungen bei dem System der englischen Stabeisenfabrication ist die folgende:

1) Die Anwendung horizontaler Dampfmaschinen, statt der senkrechten, zum Betriebe der Walzwerke. Dadurch wird die Anlage der Walzwerke weit weniger kostspielig. Da man sie und die mittheilenden Maschinentheile, sowie auch die Kessel, welche von der verloren gehenden Hitze der Puddel- oder Schweißöfen gefeuert werden, unter der Hüttensohle anlegen kann, so werden sie kein Hinderniß in dem Hüttengebäude, sondern gestatten einen geringern Umfang und eine bessere, besonders für die Beaufsichtigung günstigere Einrichtung derselben. Es ist dieß eine höchst wichtige Verbesserung der Walzhütten.

Horizontale Dampfmaschinen erfordern häufig gar kein Räderwerk, ein geringes Schwell- oder Sohlwerk und gar kein eigentliches Gerüst. Da die so beschwerenden Zwischenmaschinentheile, wie Balancier ꝛc., fehlen, so veranlassen sie nur wenig Reibung und Abnutzung und daher geringe Reparaturen. Da ferner der Schwerpunct nahe am Angriffspuncte liegt, so haben sie nur wenige Erschütterungen auszuhalten, und da sie endlich weder Balancier noch Pumpen haben, so kann man sie, bei gleicher Kraft, geschwinder betreiben, als gewöhnliche Maschinen.

Ein wesentlicher Nachtheil ist die ungleiche Abnutzung des mit Federn versehenen Metallkolbens, welches man jedoch dadurch verhindern kann, daß man dem Cylinder zwei sehr lange Stopfbüchsen giebt, die der Kolbenstange eine bedeutende Tracht geben, und daß man den Verbindungspunct der Kurbelstange in horizontalen Falzen laufen läßt, damit dieselbe geführt werde. Auch muß die Kolbenstange recht stark gemacht werden, damit sie sich nicht biege.

Gewöhnlich arbeiten die horizontalen Maschinen mit Hochdruckdämpfen, jedoch kann man sie unter jedem Druck betreiben und ihnen jede Kraft ge-

ben. Für jedes, mit großer Geschwindigkeit betriebene Walzwerk muß eine besondere Maschine vorhanden sein.

Horizontale Dampfmaschinen haben entweder festliegende oder schwingende Cylinder. Jedesmal, wenn ein Räderwerkwerk erforderlich ist, sei es nun, um zwei oder mehre verschiedene Geschwindigkeiten zu erlangen, oder um die Wirkung des Schwungrades zu verstärken, wie bei einem Blechwalzwerk, welches nur 20 bis 25 Umdrehungen in der Minute macht, sind Maschinen mit festliegendem Cylinder die zweckmäßigern.

Maschinen mit schwingendem Cylinder nehmen einen, die ganze Länge der Kurbelstange betragenden, geringern Raum ein; die Kraft wirkt bei ihnen stets mit gleicher Intensität, während bei festliegenden Cylindern die Größe der auf die Welle übertragenen Wirkung mit der Stellung der Kurbel verschieden ist. — Von den Nachtheilen der Maschinen mit schwingendem Cylinder heben wir folgende hervor: 1) sie veranlassen einen Dampfverlust durch die Stopfbüchsen der Schwingungszapfen, wodurch der Dampf ein- und ausströmt; 2) sie gewähren selten eine so regelmäßige Bewegung, wie die Maschinen mit festliegendem Cylinder.

Eine andere wesentliche Verbesserung der die Walzwerke betreibenden Dampfmaschinen sind die **Speisepumpen, welche unabhängig von der Hauptmaschine betrieben werden können.** Wird nämlich die Kaltwasser- oder die Speisepumpe von der Hauptmaschine aus betrieben, so muß man bei einem Bruch an derselben oder an dem Uebertragungsmechanismus die Oefen außer Betrieb setzen, indem sonst, wegen Mangel an Wasser, oder wegen des plötzlichen Eintritts von kaltem Wasser in den Kessel, sobald die Maschine wieder in Gang kommt, Kesselexplosionen veranlaßt werden können. — Es ist

daher weit zweckmäßiger, die Speisepumpe, unabhängig von der Maschine, durch einen besondern kleinen Cylinder treiben zu lassen, so daß sie auch dann wirken können, wenn die Hauptmaschine still steht.

2) Eine andere wesentliche Verbesserung ist der Stempel- oder Dampfhammer, der aber auch für die Hütten mit Holz- und Holzkohlenbetrieb von Wichtigkeit ist und daher weiter unten speciell beschrieben werden wird.

3) Den Puddel-, Schienen- und Grobeisen-Walzwerken hat man in der neuen, erst 1848 und 1849 erbauten, Walzhütte zu Seraing eine solche Einrichtung gegeben, daß die Axe der untern Walze mit den Platten der Hüttensohle in einer Ebene liegt. Dadurch wird, besonders bei den Luppenstreckwalzen, viel Arbeit erspart, weil das Einstecken der gezängten Luppenstücke in die Caliber, sowie das Zurückweichen der Schienen und Stäbe, über die Walzen, sehr erleichtert wird.

4) An den Feineisenfeuern hat man neuerlich die Verbesserungen angebracht, die hohlen Zacken- und Formplatten nicht wie gewöhnlich zu verschließen, sondern oben offen zu lassen, damit sich die Arbeiter immer von dem Stande des Wassers überzeugen können. Wenn nämlich die Dampfbildung in den verschlossenen hohlen Zacken zu stark wurde, so entstanden Explosionen, welche durch diese Verbesserung vermieden werden.

5) Die Anwendung von Aschengewölben bei den Puddel- und Schweißöfen, so daß aus denselben die Asche sogleich durch Tunnel unter der Hüttensohle fortgeschafft werden kann, wodurch die Reinlichkeit in der Hütte sehr gefördert wird. Damit steht in Verbindung:

6) die Anlage der Dampfkessel in gleicher Linie mit der Längeneinrichtung der Oefen, jedoch unter der Hüttensohle, wodurch sehr an Platze erspart wird.

7) Die Bekleidung der Ränder der Heerdsohlen der Puddelöfen mit reichen, strengflüssigen Schlacken und mit reichen, derben Eisenerzen. Dadurch erzielt man ein besseres Eisen und vermindert den Abgang.

8) Der Transport der Luppen vom Puddelofen zum Hammer und zu den Walzen wird auf kleinen eisernen Karren bewirkt, so daß sie gegen die Unreinigkeiten des Bodens geschützt werden.

9) Das genauere Schlichtwalzen der Rohschienen, wodurch eine weit bessere Schweißung bewirkt wird.

Es würde uns hier zu weit führen und zu viele Abbildungen erfordern, wenn wir alle diese Verbesserungen, wenn wir — als Zusatz zu S. 567 — die Fortschritte des Puddelns und Schweißens bei Gasen hier abhandeln wollten. Man findet sie sämmtlich in dem ersten und zweiten Ergänzungshefte zu Valerius „Handbuche der Stabeisenfabrication", wovon wir schon in der Vorrede sprachen.

Der Dampfhammer, auch Stampf- oder Stempelhammer genannt.

Obgleich die Anwendung dieser Maschinen erst in die letzte Zeit fällt, so sind dieselben doch schon sehr verbreitet, und werden in sehr vielen Eisenhütten und Maschinenfabriken Englands, Frankreichs, Belgiens und Deutschlands mit großem Vortheile angewendet; weil man mit diesen Maschinen bei einem Gewichte von 80 und mehr Centnern des Fallklotzes oder Hammers ohne wesentlichen Verlust an Betriebskraft 60 — 70, bei kleinern Hämmern auch bis 100 Schläge in der Minute erlangen, mithin in einer Hitze sehr weit die Arbeit des Ausschmiedens vorschreiten oder auch vollenden kann; weil man nach Erforderniß die Hubhöhe von wenigen Zollen, nach



Beschaffenheit der Maschine auch bis 8 Fuß beliebig verändern, das Moment des Schlages auch noch während des Abfallens des Stempels nach Umständen mäßigen und die Zeiträume der auf einander folgenden Schläge, sowie die Geschwindigkeit des Hubes, wie es nur immer erforderlich ist, verändern, mithin mittelst des schwersten Hammers ebenso die größten, wie ganz kleine Stücke bearbeiten kann. So schweißte man in Manchester, mittelst eines 80 Ctr. schweren Hammers, quadratische Stäbe von 13 Linien Dicke und gleich darauf eine Welle, welche fast ebenso viele Zoll im Durchmesser hatte. Ebenso konnte auch das Zängen der Luppen auf das Vollkommenste bewerkstelligt werden. Diese angeführten Vortheile, sowie noch überdieß der Umstand, daß sich eine solche Einrichtung treffen läßt, welche die freie Benutzung des Raumes rings um den Amboß gestattet, dürfte unter den angegebenen Bedingungen den Dampfhämmern entschieden den Vorzug vor allen übrigen Hämmern einräumen.

Im Wesentlichsten ist bei diesen Maschinen ein Fallklotz zwischen Leitschienen nach Art der Rammklötze vertical beweglich, welcher an seinem unteren Ende einen den Hammerköpfen ähnlichen Eisenblock trägt, welcher auf einen untergestellten Amboß schlagen kann. An seinem obern Ende ist eine Kolbenstange mit Kolben eingesetzt, der in einem Dampfcylinder durch Dampf gewöhnlich von 3 — 4 Atmosphären Spannung in die Höhe geschoben wird, also dadurch der Fallklotz sammt Hammerkopf, hier beide zusammen Hammer genannt, gehoben werden. Ist die der getroffenen Einrichtung entsprechende Hubhöhe erreicht, so hört die Einwirkung des Dampfes auf die untere Kolbenfläche auf, und der Hammer fällt durch sein eigenes Gewicht ab.

Damit jedoch dieser bei seinem Abfalle mehr beschleunigt werde, als dieß durch sein Gewicht möglich wäre, tritt entweder im Beginne des Abfalles durch kurze Zeit Dampf über den Kolben, oder es wird ein Theil der über dem Kolben befindlichen Luft während des Aufsteigens, theils durch die Wirkung des Dampfes, theils durch die dem Kolben und Hammer bei seiner im Aufsteigen erlangten Geschwindigkeit inwohnende lebendige Kraft zusammengepreßt, welche dann federartig durch ihre Elasticität den Hammer beschleunigend zurückwirft. Letztere Anordnung scheint die vorzüglichere, da sie die zur Eintheilung der Geschwindigkeit im Ansteigen der Massen erforderliche Kraft zur Beschleunigung des Abfalles wieder größtentheils nutzbringend macht, während im erstern Falle, obgleich dieselbe Dampfmenge den Kolben und Hammer etwas höher steigen läßt, doch zur Beschleunigung des Falles neuerdings Dampf verwendet werden muß. Der Gebrauch von Federn, statt des Dampfes oder zusammengedrückter Luft, mag ein bloßer Vorschlag geblieben sein.

Es giebt, wie wir sahen, Dampfhämmer von sehr verschiedener Größe, und wollen wir hier einen kleinern, sowie er in französischen Hütten- und Maschinenbauwerkstätten gebraucht worden ist, dann einen großen darstellen.

Bei den kleinern Dampfhämmern ist die Grundlage bloß aus einem gußeisernen Blocke **A**, Fig. 136 bis 138, gebildet, in dessen cylindrische Vertiefung ein Zapfen **C** des Amboßes **B** eingesetzt ist, welcher durch den Keil **D** festgehalten wird. Grundlage und Amboß erhalten eine für den Arbeiter bequeme Höhe. Zu beiden Seiten des Amboßes sind auf die Grundlage die Ständer **F** des Gerüstes der Maschine aufgestellt und mittelst der Schraubenbolzen **E** mit ihr fest verbunden. Die inneren, einander zugekehrten

Flächen dieser Ständer haben vorspringende Rippen, welche genau parallel geradlinig abgerichtet und vertical gestellt sind. Sie bilden die Leitungen für den Fallblock G, der an seiner untern Fläche ebenfalls eine cylindrische Vertiefung hat, welche zur Aufnahme des Zapfens H, des Hammerkopfes I dient, worauf sich dieser mittelst des Keiles K an dem Fallblocke befestigen läßt. Dieser enthält in der Mitte seiner obern Fläche eine zweite Vertiefung, in welche vorerst Scheiben von Holz eingelegt sind, sodann die Kolbenstange L eingesetzt wird, um mittelst zweier über ihrem unteren Rande eingetriebenen Keile a mit dem Fallblocke vereinigt zu werden. Auch über den vorstehenden Rand der Kolbenstange, sowie zwischen diesen und jene Keile, werden solche Holzscheiben eingelegt. Sie dienen dazu, um bei den häufigen Schlägen diese Verbindung durch ihre Elasticität bei doch hinreichender Festigkeit dauerhaft zu erhalten und ein Lockerwerden zu verhindern.

Das gußeiserne Mittelstück M hält die Ständer T des Gerüstes zusammen und trägt den Dampfcylinder N. Die durch die Lappen des Cylinders und das Mittelstück gesteckten, in die Ständer eingesetzten, und in sie mittelst der Keile P eingehängten Schraubenbolzen O bewirken die feste Verbindung derselben. Das Mittelstück hat eine in die Mitte des Cylinders N fallende verticale Durchlochung, welche die Kolbenstange L aufnimmt und mit der Stopfbüchse R versehen ist. Auf ihrem oberen Ende erhält die Kolbenstange einen Kolben S, welcher jenen anderer Dampfmaschinen mit Metallliederung gleich kommt. Die Länge des Cylinders N der Kolbenstange L und der Leitungen des Fallblockes entspricht der größten Hubhöhe, welche man dem Hammer geben will. Sie beträgt bei den kleinen Hämmern 12 bis 16 Zoll, bei den großen 3 bis 5 Fuß. Das

Mittelstück M enthält rings um die Durchlochung für die Kolbenstange einen Canal Q, welcher einerseits in die Ausflußröhre T desjenigen Dampfes mündet, welcher bereits im Cylinder seine Wirkung geäußert hat, andererseits aber durch die Röhre c mit dem Gehäuse U des Schubventils b in Verbindung steht. Durch einen Hahn e läßt sich diese Röhre c ganz oder zum Theil öffnen oder ganz sperren.

Das Gehäuse U ist theils am Mittelstücke M, theils an einem aufrechtstehenden Lappen des Dampfcylinders angeschraubt und eine an der vordern weggenommen gedachten Seite desselben (Darstellung in Fig. 138) oberhalb des Schubventils einmündende Dampfzuleitungsröhre V führt bei der in der Zeichnung angenommenenen Stellung des Ventils b den Dampf durch die Röhre d in den Cylinder N unter den Kolben S, der dadurch gehoben wird.

Bei erfolgtem Hube wird das Schubventil so aufwärts geschoben, daß mittelst der innern Höhlung des Schubers b die beiden Röhren c und d communiziren, durch welche bei dem Abfalle des Hammers der unter dem Kolben befindliche Dampf in den ringförmigen Canal Q und die Ausgangsröhre T abfließt, worauf bei erfolgtem Schlage das Schubventil sich wieder senkt, und das Spiel von Neuem beginnt.

Bei dem Aufsteigen des Kolbens S entweicht die in dem Cylinder N oberhalb desselben befindliche Luft und der Dampf durch die Löcher g, welche rings um den Cylinder in den ringförmigen Canal f münden, in diesen, und durch die verticale Röhre O in die Abzugsröhre T. Sobald jedoch der Kolben die Oeffnungen g deckt, wird die obere in diesen noch befindliche Luft und Dampf comprimirt, bis der Kolben an den betreffenden Stift des Kegelventils I anstößt dieses öffnet, und den Dampf durch die Röhre m einläßt, welche mittelst der seitwärts ange-

brachten Röhre n mit der Büchse W des Drosselventils und der Dampfzuleitungsröhre V communicirt.

Der solchergestalt bei dem geöffneten Ventile I eintretende, auf den Kolben durch kurze Zeit bis zum Wiederverschließen des Ventils I wirkende Dampf, sowie auch zum Theil die über dem Kolben befindliche Luft, treibt den Hammer mit mehr beschleunigender Kraft, als sein eigenes Gewicht es vermag, nieder.

Für das Spiel des Hammers ist demnach, wie man nun einsehen wird, nichts Anderes nöthig, als daß in dem Augenblicke, wo der Hammer auf die verlangte Höhe gehoben ist, das Schubventil b aufwärts geschoben, und die Communication der Röhren e und d hergestellt, und der Eintritt des Dampfes durch die Röhre d abgesperrt werde, daß aber diese Stellung des Schubventils bis zu dem Zeitpuncte verbleibe, in welchem der Hammer aufschlägt, dann aber sogleich das Schubventil wieder abwärts in die in der Zeichnung angegebene Stellung gebracht werde.

Soll der Hammer aus geringeren Hubhöhen, als jene ist, für welche er im regelmäßigen und gewöhnlichen Gange eingerichtet ist, oder mit geschwächter Kraft niederfallen, so geschieht diese Steuerung mit der Hand; bei regelmäßigem Gange aber steuert sich die Maschine selbst, und der Arbeiter hat nur bei gewünschten größern oder kleinern Intervallen, in welchen die Schläge aufeinanderfolgen sollen, das Drosselventil p oder den Hahn e zu handhaben; letztern, wenn die Schläge mit größerem oder geringerem Momente erfolgen sollen, ersteres, wenn der Hub geschwinder oder langsamer zu geschehen hat.

Die Vorrichtungen, durch welche das Schubventil am Ende des Kolbenhubes, sowohl bei der Selbststeuerung als auch bei der Steuerung mit der Hand, aufwärts geschoben und während des Hammer-

falles bis zum Zeitpuncte seines Schlages in gehobener Stellung erhalten, in diesem Zeitpuncte aber wieder ausgelös't werden kann, sollen sogleich weiter unten näher betrachtet werden.

Vorerst soll jedoch jene Einrichtung erläutert werden, welche nach oder vielmehr fast gleichzeitig mit dem Statt findenden Schlage des Hammers das Schubventil b wieder abwärts schiebt, da diese Vorrichtung mit dem Dampfcylinder in Verbindung steht und dieses Zurückschieben bei den Maschinen Nasmyth's durch den Dampf geschieht.

Das Schubventil b ist nämlich mit einer Schubstange k in Verbindung, welche durch eine Stopfbüchse aus dem Gehäuse U hervorragt, durch eine zweite Stopfbüchse in einen kleinen, am obern Ende des Cylinders N seitwärts angebrachten Cylinder X reicht und mit einem in diesem abgeschliffenen kleinen Dampfkolben h versehen ist. Dieser Kolben ist von der oberen ausgehöhlten Fläche gegen seinen cylindrischen Umfang bei i so durchbohrt, daß der über dem Kolben befindliche Raum des Cylinders X mit dem ringförmigen Canale f dann communicirt, wenn der Kolben mit dem Schubventile die tiefste Stellung einnimmt, diese Communication aber in dem Augenblicke schon aufgehoben ist, wenn der Kolben h mit seiner obern Fläche während oder vielmehr gegen das Ende seines Aufschiebens an den unten in den Cylinder X hineinragenden Stift des Ventils r anstößt.

Sobald auf die weiter zu beschreibende Weise das Ventil b mit dem Kolben h in ihrer höchsten Stellung angelangt sind und in dieser festgehalten werden, ist auch das Ventil r geöffnet, und der eintretende Dampf trachtet den Kolben niederzuschieben, was auch plötzlich geschieht, wenn die Auslösung erfolgt.

Der über dem Kolben während seines Aufsteigens befindliche Dampf entweicht so lange in den Canal f, bis die zu diesem führende Oeffnung gedeckt ist, und wird dann so lange comprimirt und verdichtet, bis das Ventil r geöffnet ist.

Zum Aufwärtsschieben, Festhalten und Auslösen des Schubventils b ist die Schubstange k bei k geschlitzt, in welchen Schlitz das eine abgerundete Ende eines zweiarmigen Hebels q eingeschoben ist. Die Drehungsachse dieses Hebels ist einerseits am Cylinder N, andererseits in einem vorstehenden Arme der Deckplatte des Gehäuses U gelagert.

In das andere Ende des Hebels q ist die aus zwei Stücken bestehende Schubstange s, s' eingehängt, deren oberer Theil s in der Hülse w, der untere s' in jener w' die geeignete Führung zur Auf- und Abbewegung erhält. Beide Theile verbindet der Muff v, in welchem sie durch die Keile x und x' festgehalten werden. Die am unteren Ende dieser Schubstange befindliche Schraube u beschränkt das Aufschieben dieser, mithin das Hinabschieben des Schubventils b. Die andere Gränze der Verschiebung wird theils durch den Hammerhub, theils durch die Verschiebung des Kolbens bestimmt. Durch einen Schlitz des Muffes v ist der zweiarmige, am Gerüste gelagerte Hebel y gesteckt, welcher mit der Handhabe y' versehen ist, und am untern Theile der Schubstange s' befindet sich der ringförmige Ansatz t. Ferner ist an den Fallklotz des Hammers eine vorstehende Platte z angeschraubt, und zwar an einer solchen Stelle, daß, wenn der Hammer fast die der Maschine gegebene Hubhöhe erreicht hat, die Platte z an den Hebel y stößt, mittelst diesen die Schubstange abwärts, mithin das Schubventil b aufwärts schiebt.

Während der Zeit dieser Bewegung wird der herabhängende Arm b' des Hebels c' e', welcher

seine Drehungsachse in d am Gerüste hat, durch die Feder a' stets an den Vorsprung t angedrückt und fällt endlich über diesen ab, indem er sich an die Schubstange s' anlegt, wodurch die Schubstange aufzusteigen, mithin das Schubventil am Herabschieben gehindert wird, bis der Arm b' und die Feder a' zurückgeschoben, oder die Stange s' mit dem Schubventil ausgelös't wird.

Dieses geschieht nun auf eine sinnreiche Weise im Augenblick, als der Hammer aufschlägt, mittelst des auf der vordern Fläche des Fallklotzes bei i gelagerten zweiarmigen Hebels k' und der unter einem rechten Winkel gebogenen Schiene h'. Diese Schiene ist an ihrem oberen Ende bei g' in den Winkelhebel g' f' e' eingelassen, der seine Drehungsachse in f' gelagert hat, das Ende des horizontalen am Gerüste Schenkels aber im Arme b' einhängt.

Die Arme der Winkelhebel g' f' e' und e' d' b' sind so angeordnet, daß, an welcher Stelle auch auf den verticalen Schenkel der Schiene h' (welche durch die Feder a' stets in der Richtung gegen den Fallblock gedrückt wird) ein in entgegengesetzter Richtung wirkender Druck ausgeübt wird, welcher die Schiene h' und mit ihr den Arm b zurückschiebt, mithin die Stange s' auslöset, diese Schiene doch ihre verticale Stellung stets beibehält.

Sind z. B. wie in der Zeichnung im einfachsten Falle alle Arme der Winkelhebel gleich, so ist klar, daß, falls die Schiene h' an ihrem obern Ende um eine gewisse Größe zurückgeschoben wird, der Winkelhebel g' f' e' sich um einen entsprechenden Winkel dreht, sich aber auch der Winkelhebel e' d' b' um einen gleichen Winkel drehen muß, indem sie bei e' ineinandergreifen, daher der horizontale Schenkel, also auch das untere Ende der Schiene h' um eine gleiche Größe zurückgezogen wird, mithin die Schiene

selbst wieder vertical steht, falls sie es ursprünglich war, und die Schenkel g' f' und d' b' eine parallele Stellung haben. Ein Gleiches findet in umgekehrter Ordnung Statt, wenn der die Federkraft überwindende Druck am untern Schienenende wirkt.

Der Druck, welcher diese Schiene und den Arm b' zurückschiebt, mithin die Stange s' auslöset, wird im Zeitpuncte des Hammerschlages durch den Hebel k hervorgebracht, welcher sich zwischen den zwei auf dem Fallklotze befindlichen, mit Stahlplatten versehenen Daumen l' bewegen kann, und während des Hubes und Abfallens in der Stellung, welche in der Zeichnung Fig. 136 angedeutet ist, theils durch die Wirkung der Feder a', theils durch die kreisförmige, gebogene Feder m' gehalten wird.

Der längere, schwerere Arm des Hebels k' wird nämlich durch sein während des Falles erlangtes Moment, sobald die Geschwindigkeit des Hammers im Schlage sich vermindert, niedergeschnellt, wobei der kürzere Hebelarm die Schiene h' zurückdrückt, und die Stange s' auslöset, aber von der Stahlplatte des untern Daumens sogleich wieder zurückgeworfen und in die frühere Stellung versetzt, wobei die gehörige Form der Feder m' bei schwächeren und stärkeren Schlägen von nicht unwesentlichem Einfluß ist, wenn die ursprüngliche Stellung des Hebels stets wieder sicher hergestellt werden soll.

Es ist nun leicht einzusehen, daß, sobald der Arm b' in der angegebenen Weise während des Schlages zurückgedrückt ist, der auf den Kolben h von oben wirkende Dampf das Schubventil b hinabschiebt und das Spiel des Hammers wiederholt beginnen kann.

Die verticale Schiene h' und ihre Führung ist deßhalb nothwendig, damit der Hebel k seine Wirkung je nach der verschiedenen Höhe des zu bear-

beitenden Eisenstückes stets in gleicher Weise auf den Arm b' äußern könne.

Von den mit Handhaben versehenen Hebeln n' und o' ist letzterer mit der Schubstange p' in Verbindung, diese wieder in die Kurbel r' eingehängt, welche an den Kegel der Pipe e gesteckt ist, so daß der Maschinenwärter mittelst Bewegung der Handhabe o' den Hahn e mehr oder weniger öffnen oder sperren kann, mithin, wenn dies während des Hammerabfalles geschieht, dieses Abfallen geschwinder oder langsamer geschehen lassen, oder auch den Fall gänzlich in jeder Stellung des Hammers aufheben kann, indem der unter dem Kolben befindliche Dampf geschwinder oder langsamer oder gar nicht durch die Röhre c entweichen kann.

Die Stange q' ist an ihrem untern Ende in den Hebel n', an ihrem obern in die Kurbel s'' eingehängt. An der Welle dieser Kurbel befindet sich im Innern der Büchse **W** das Drosselventil. Damit wegen des dichten Verschlusses der Oeffnung für diese Welle in der Büchse **W** eine bessere Lagerung erreicht werde, ist der Bügel p angebracht, welcher auf der der Welle entgegengesetzten Seite der Büchse eine mit einem Körner versehene Schraube trägt.

Endlich ist noch eine in das Gehäuse U unter dem Schuber mündende Röhre mit einem Hahne t' angebracht, um mittelst derselben beim Anlassen des Hammers das im Gehäuse angesammelte, durch Condensation des Dampfes entstandene Wasser ablassen zu können.

Nach der nunmehr erlangten Uebersicht der Einrichtung eines Dampfhammers und des Zweckes der einzelnen Bestandtheile wird nun die Gebrauchsweise desselben leicht zu erkennen sein, welche Anforderungen man auch immer unter den vorkommenden Umständen an ihn stellen mag.

Sollen eine Reihe möglichst schnell auf einander folgende kräftige Schläge erfolgen, so schiebt man bei geöffnetem Drosselventil und Hahn e mittelst der Handhabe g' das Schubventil b abwärts und läßt die Maschine selbst wirken.

Soll hierauf nach einem erfolgten Schlage während des Hubes die Maschine abgestellt werden, so drückt man die Handhabe y' nieder und sperrt demnach den Dampfzufluß unter dem Kolben S ab, schließt fast ganz den Hahn e, damit der Hammer nur langsam niederfalle, indem der Dampf unter dem Kolben nur langsam entweicht, um ein unnützes Verschlagen der Bahnen des Amboßes und des Hammers zu vermeiden.

Sollen in größern Zwischenräumen aber kräftig die Schläge aufeinanderfolgen, so öffnet man den Hahn e ganz, schließt jedoch das Drosselventil so weit, daß der Dampf nur langsam den Cylinder N unter dem Kolben füllt, daher den Hammer nur langsamer hebt.

Soll der Hammer während des Abfallens außer Thätigkeit gesetzt werden, so kann dieses durch Schließen des Hahnes e geschehen. Ein Mäßigen eines Schlages des abfallenden Hammers wird erreicht, wenn entweder der Hahn e so gedreht wird, daß er nur eine kleine Oeffnung für den austretenden Dampf läßt, oder wenn der Arm b' mittelst der Handhabe c' ausgelöset wird, wobei der Dampf wieder Zutritt unter den Kolben S erhält.

Sollen nur Schläge von geringerer Hubhöhe, also schwache Schläge erfolgen, so erfaßt der Maschinenwärter die Handhabe y' und drückt sie jederzeit in dem Augenblicke nieder, hebt daher das Schiebventil, wenn die gewünschte Hubhöhe erreicht ist.

Läßt man die Handhabe y' bei erfolgter Auslösung der Stange s nur so weit sich heben, daß der

Dampfcanal d durch das Schubventil b noch größtentheils verdeckt ist, mithin der Dampf nur langsam den Cylinder N füllen kann, so geschieht der Hammerhub ebenfalls mit beliebig zu mäßigender Geschwindigkeit, während die kräftigsten Schläge, oder bei dem angegebenen Verfahren auch beliebig gemäßigte Schläge ausgeübt werden können.

Man sieht hieraus, daß man einen solchen Hammer ebenso in seiner Gewalt habe, wie dies bei einem mit der Hand geführten Hammer, nie aber bei den gewöhnlichen Maschinenhämmern in gleichem Maße der Fall ist.

Die von Nasmyth erbauten großen Dampfhämmer, von denen in Fig. 139 eine Zeichnung beigegeben ist, unterscheiden sich in ihrer Einrichtung nicht wesentlich von den vorher beschriebenen. In dieser Zeichnung sind die zu gleichem Zwecke dienenden Bestandtheile mit denselben Buchstaben bezeichnet, welche die entsprechenden in der Zeichnung des kleinen Hammers erhielten, wodurch die Einrichtung im Allgemeinen wohl hinreichend deutlich zu erkennen sein dürfte. Was jedoch im Einzelnen jene, durch die größern Dimensionen, besonders durch die größere Hubhöhe bedingten, größern Veränderungen derselben betrifft, so möge hierüber zur Erläuterung noch Einiges beigefügt werden.

Der dem Gewichte des Fallblockes entsprechende Unterbau ist mit einer starken Eisenplatte A belegt, welche den Amboß B, mit Schwalbenschweif eingesetzt und mit dem Seile D befestigt, trägt. Auf gleiche Weise ist auch die Verbindung des Hammerkopfes I mit dem Fallblocke G hergestellt. Die Ständer F des Hammergerüstes sind, um freien Raum für den Arbeiter und die zu bearbeitenden Gegenstände zu gewähren, in größerer Entfernung mit der Platte A verschraubt.

Das in der Büchse W angebrachte Drosselventil kann mittelst der Handhabe u′, der Schubstange q′, des Winkelhebels q″, der zweiten Schubstange r″ und der Kurbel s″ in ähnlicher Weise, wie oben gezeigt, gehandhabt werden. Das im Gehäuse U befindliche Schubventil und der kleine Kolben im Cylinder H mit ihrer Verbindungsstange k, wie auch der Hebel q, haben ebenfalls die gleiche Einrichtung. Nur weicht die an der zugehörigen Schubstange s zur Steuerung des Schubventils gehörige Vorrichtung einigermaßen ab. Die Schubstange s ist nämlich mit einer Schraubenspindel s′ verbunden, welche in den, mit dem Gerüst in Verbindung stehenden, vorstehenden Lappen w′ und w″, sowie an ihrem untern Ende in der Pfannenbüchse w′ ihre Leitung in der Art erhält, daß sie in diesen sich so weit verschieben läßt, als dies das Schubventil fordert, ohne daß sich jedoch die an dieselbe angesteckten Räder d und y mit verschieben. Eine zweite Schraubenspindel s″ ist parallel zur vorigen ebenfalls in den Leitungen w′ und w″ gelagert, ohne daß eine Verschiebung derselben nach ihrer Länge Statt finden kann, und trägt oben das in das Rad d eingreifende, mit gleicher Zähnezahl versehene Rad d′. Diese Schraubenspindel s″ hat in entgegengesetzter Richtung eingeschnittene Gewinde von gleicher Steigung wie jene s′. Sie sind mit den Schraubenmuttern v und v′ versehen. Jene v′ trägt das Scharnier, um das sich der Steuerungshebel y drehen läßt, welcher durch einen eingesteckten Bolzen mit der Mutter v verbunden ist.

Diese Einrichtung macht es möglich, daß der Wärter der Maschine mittelst der Kurbel a, der Kegelräder y und y′ und der Räder d und d′ die beiden Schraubenspindeln zugleich und mit gleicher Geschwindigkeit drehen kann, wodurch die beiden

Schraubenmuttern, da sie ihre Verbindung mit dem Hebel y am Umdrehen hindert, zugleich und mit gleicher Geschwindigkeit auf- oder abwärts zu steigen genöthigt sind, mithin den Hebel y in einer zu sich selbst stets parallelen Lage höher oder tiefer stellen, wodurch der Wärter dem Hammer jede beliebige Hubhöhe zu geben in den Stand gesetzt wird.

Denn nehmen die Muttern v und v' mit dem Hebel y die höchste Lage ein, so stößt die schiefe Ebene der am Fallklotze befestigten Platte z an die entsprechende schiefe Ebene des Hebels y erst dann, wenn die größte, dem Hammer zutheilbare Hubhöhe desselben erreicht ist, schiebt die Schubstange s abwärts, bis der Hebelarm b' über ihren vorstehenden Rand t einfällt, sie demnach am Aufsteigen hindert und während des Hammerabfalles den Zutritt des Dampfes in den Cylinder N unter den Kolben absperrt.

Die Vorrichtung, die während des Hammerschlages die Lösung der Schubstange s von dem eingefallenen Arm b' bewirkt, ist der früher beschriebenen ganz ähnlich, nur ist die verticale gerade Schiene h' noch länger, wie es die bei so schweren Hämmern vorkommende noch größere Höhe der Arbeitsstücke erforderlich macht. Diese ist nämlich oben bei g' in den Winkelhebel g' f' c', unten aber bei β in jenen β d'' e'', welche ihre Drehungspuncte in f' und d'' haben, eingehängt. Beide Winkelhebel verbindet mittelst Gelenken die Stange e' e'. Auf gleiche Weise ist auch der untere Winkelhebel bei β durch die gleichfalls mit Gelenken versehene Stange u mit dem Arm b', oder vielmehr dem Winkelhebel b' d' c' verbunden. Der Arm c' bildet eine Handhabe, durch die der Wärter mittelst eines Schlüssels beim Anlassen der Maschine, oder auch beim Abfallen des Hammers, um den Schlag zu mäßigen, oder ganz abzuhalten, den Arm b' auslösen kann.

Die übrige Einrichtung, sowie die nach Umständen beim Gebrauche erforderlichen Manipulationen bedürfen keiner weitern Erläuterung.

Resultate über den gesammten Eisenhüttenbetrieb.

Zusammengestellt vom Professor Redtenbacher in Carlsruhe in seinen „Resultaten des Maschinenwesens", Mannheim 1848, S. 298 ꝛc.

A. Roheisenerzeugung.

Eisengehalt verschiedener Erze.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht von dem Eisengehalt verschiedener Eisenerze.

Species.	Varietät.	Eisengehalt. Minim.	Eisengehalt. Maxim.
Eisenoxydul	Magneteisenstein . .	0,80	0,90
Eisenoxyd	Eisenglanz . .	0,40	0,60
	Rotheisenstein . .	0,50	0,70
	Eisenocker . .	0,35	0,45
Eisenoxydhydrat	Schwarzeisenstein .	0,30	0,40
	Brauneisenstein .	0,40	0,50
	Gelbeisenstein . .	0,35	0,55
Kohlensaures Eisenoxydul	Spatheisenstein, Eisenspath	0,35	0,45
	Brauneisenspath .	0,35	0,45
	Thoniger Eisenspath .	0,30	0,45
Eisensilicat	Oxydul . . .	0,15	0,45
	Oxyd . . .	0,15	0,45

Das Rösten der Erze.

In einem Röstofen können in 24 Stunden 15000 bis 20000 Klgr. Erze geröstet werden, und für 100 Klgr. sind 4 — 5 Klgr. Steinkohlen erforderlich.

Gewicht der Holzkohlen.

Das Gewicht von 1 Cubikm. Holzkohlen ist:

Für Kohle aus Buchenholz (Knüppelholz)	260 — 280 Klgr.
desgl. (Wipfelholz) . . .	230 — 240 Klgr.
Für Kohle aus Eichenholz (Knüppel)	220 — 230 Klgr.
desgl. (gescheitert) . . .	200 — 210 Klgr.
Für Kohle aus weichem Holz .	140 — 180 Klgr.
Für Kohle aus Fichten- und Tannenholz	180 — 220 Klgr.

Verhältniß zwischen Holz und Kohle:

Das Gewichtsverhältniß zwischen Holz und Kohle ist:

1) wenn die Verkohlung schnell erfolgt	$\frac{12}{100}$ — $\frac{18}{100}$
2) wenn die Verkohlung langsam erfolgt	$\frac{32}{100}$ — $\frac{33}{100}$
3) in den gewöhnlichsten Fällen	$\frac{26}{100}$ — $\frac{27}{100}$

Das Verhältniß zwischen dem Volumen der Kohle und dem Volumen des Holzes, aus welchem dasselbe entstanden ist, beträgt $\frac{35}{100}$ — $\frac{50}{100}$.

Die Haufen enthalten gewöhnlich 45 bis 60 Cubikm. Holz. Die Dauer der Operation ist 6 bis 8 Tage.

Gedörrtes Holz.

Man hat in neuerer Zeit versucht, halbverkohltes Holz statt Holzkohlen für den Betrieb der Hohöfen anzuwenden, und es haben sich dabei im Allgemeinen ökonomisch günstige Resultate ergeben. Das Dörren oder Halbverkohlen geschieht in gußeisernen Kästen, die einer bis zu 300° erhitzten Luft ausgesetzt werden. Man erhält aus 100 Gewichtstheilen Holz 45 bis 60 Gewichtstheile gedörrtes Holz.

Verkohlung der Steinkohlen. Coaksbereitung.

Wenn die Verkohlung in freien Haufen geschieht, erhält man unter günstigen Umständen:

aus 100 Gewichtstheilen	Gewichtstheile Coaks
fetten Kohlen . .	40 — 50
mittlern Kohlen . .	50 — 55
magern Kohlen . .	60 — 70

Die Dauer der Verkohlung ist bei ruhiger Luft:

für magere Kohlen	14 — 15 Stunden
für fette Kohlen	36 — 48 Stunden

Wenn die Verkohlung in geschlossenen Oefen geschieht, gewinnt man von 100 Klgr. Steinkohlen 64 — 69 Coaks.

Die Dauer der Operation ist 21 — 22 Stunden.

Erfahrungen über den Hohofenbetrieb mit Holzkohlen.

Quantität der Production eines Ofens.

Die Roheisenmenge, welche ein Hohofen liefert, richtet sich vorzugsweise nach seinem größten Horizontalquerschnitt und nach der Luftmenge, die in den Ofen getrieben wird. Die Höhe des Ofens hat nur einen geringen Einfluß auf die Quantität der Production, vorausgesetzt, daß sie der Schmelzbarkeit der Erze angemessen sei. — Für Erze, die ungefähr gleich leicht schmelzbar sind, geben die an Eisengehalt reichsten die größte Production.

Um das Maximum der Production zu erhalten, muß die Höhe des Ofens für schwer schmelzbare Erze und für dichtere Kohlen größer sein, als für leicht schmelzbare Erze und leichte Kohlen.

Wind.

Die Luftmenge, welche in einen Hohofen mit Holzkohlenbetrieb eingeblasen werden muß, um einen günstigen Gang zu erhalten, beträgt für jeden Quadratmeter seines größten Querschnitts 10,3 bis 12,8 Cubikm. per Minute. (Die Dichte der Luft auf jene der Atmosphäre zurückgeführt.) — Beträgt die Luftmenge bedeutend weniger, als soeben angegeben wurde, so nimmt die Quantität der Production ab und der Kohlenaufwand nimmt verhältnißmäßig zu. Beträgt die Luftmenge mehr, als oben angegeben wurde, so nimmt der Brennstoffaufwand zu, ohne daß die Eisenproduction wächst.

Verbrauch an Holzkohle.

Wenn der Gang eines Hohofens vortheilhaft geregelt ist, werden per Stunde und per Quadratmeter des größten Querschnitts 80 bis 100 Klgr. Holzkohlen verbrannt. — Durch Vergleichung des Luftbedarfs mit dem Kohlenverbrauch ergiebt sich, daß für 1 Klgr. Holzkohle 7,69 Cubikm. Luft erforderlich sind. — Der Aufwand an Holzkohle für 100 Klgr. Eisenproduction ist für verschiedene Erze, wie folgt:

Beschaffenheit der Erze.	Eisengehalt der Erze in 100 Klgr. Erz.	Kohlenaufwand zu 100 Klgr. Roheisen.
Leicht schmelzbare Erze	25 — 30	66 — 90
	30 — 35	90 — 110
	35 — 40	120 — 130
Erze von mittlerer Schmelzbarkeit	30 — 40	110 — 140
	40 — 50	140 — 180
	50 — 60	180 — 210
Schwer schmelzbare Erze	30 — 40	160 — 200
	40 — 50	210 — 250
	50 — 60	250 — 300

Die unteren Grenzen für den Kohlenaufwand entsprechen der Production von weißem und halb-

weißem, die obern Grenzen dagegen der Darstellung von grauem Roheisen.

Niedrige Oefen consumiren verhältnißmäßig zur Production mehr Brennstoff als hohe Oefen.

Hohofenbetrieb mit Coaks und mit kalter Luft.

Zu einem regelmäßigen und vortheilhaften Betriebe eines Hohofens mit Coaks sind für jeden Quadratm. seines Querschnitts 6 — 8 Cubikm. Luft erforderlich. — Bei dieser Luftmenge beträgt der Coaksverbrauch für jeden Quadratm. Querschnitt und per Stunde 50 — 70 Klgr. Ein Klgr. Coaks braucht daher zum Verbrennen 7,5 Cubikm. Luft. Mit dieser Luftmenge braucht man zur Darstellung von 100 Klgr. Roheisen folgende Quantitäten Coaks:

für leicht schmelzbare Erze .	180 — 210 Klgr.
für Erze von mittlerer Schmelzbarkeit	210 — 260 Klgr.
für schwer schmelzbare Erze .	260 — 300 Klgr.

Spannung der Luft in der Windleitung in der Nähe der Düsen.

Die für einen geregelten Hohofenbetrieb angemessene Spannung der Luft richtet sich vorzugsweise nach der Beschaffenheit des Brennstoffes. Der Unterschied zwischen dieser Spannung und dem äußern atmosphärischen Luftdruck beträgt, in Quecksilberhöhen ausgedrückt:

	Centimeter.
für Kohlen aus weichem Holz . .	2 — 3
für Kohlen aus harzigem Holz . .	3 — 4
für Kohlen aus hartem Holz . .	1 — 6
für leichte Coaks	8 — 13
für dichte Coaks	13 — 19

Hohofenbetrieb mit erhitzter Luft.

Ueber den Betrieb der Hohöfen mit erhitzter Luft hat man bis jetzt im Wesentlichen folgende Erfahrungen gemacht.

1) Die Schmelzung erfolgt sehr regelmäßig und schnell. Die Production ist um die Hälfte größer, als bei Anwendung von kalter Luft.

2) Der Brennstoffaufwand zur Darstellung einer gewissen Quantität Roheisen ist selbst in dem Falle, wenn die Luft nicht durch die abgehenden Hohofengase erhitzt wird, um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ kleiner, als bei Anwendung von kalter Luft.

3) Die Luftmenge, welche für eine gewisse Roheisenproduction in den Hohofen getrieben werden muß, ist um $\frac{1}{4}$ und die Spannung in der Windleitung um $\frac{1}{3}$ kleiner, als bei kalter Luft.

4) Die Anwendung von erhitzter Luft gestattet, daß die Coaks durch Steinkohlen und daß die Holzkohlen durch Holz im natürlichen oder gedörrten (halbverkohlten) Zustande ersetzt werden können.

5) Das Roheisen, welches bei Anwendung von erhitzter Luft erhalten wird, ist sehr weich, dunkelgrau, hat eine geringe Festigkeit, und ist, weil es die Formen sehr scharf ausfüllt, vorzugsweise für Gußwaaren geeignet.

6) Die Qualität des Schmiedeeisens, welches aus solchem Roheisen bereitet wurde, hat man bis jetzt in den meisten Fällen nicht befriedigend gefunden, was wohl seinen Grund darin haben mag, daß die Umstände, welche auf die Qualität des Eisens Einfluß haben, noch nicht bekannt sind und erst durch weitere Erfahrungen ausgemittelt werden müssen.

Schlackenbildung.

Eine quantitativ und qualitativ vortheilhafte Eisenproduction ist immer mit einer gewissen Quan-

tität von Schlacken verbunden. Diese Schlackenbildung beträgt auf 100 Klgr. Guß:

für Coakshohöfen, welche graues Gußeisen liefern . . .	259—298 Klgr.
f. Coakshohöfen, welche weißes od. halbweißes Gußeisen liefern .	137—201 Klgr.
für Holzkohlenhohöfen, welche graues Gußeisen liefern .	230—280 Klgr.
für Holzkohlenhohöfen, welche Roheisen für Schmiedeeisenbereitung liefern . . .	120—170 Klgr.

Zuschläge.

Diese haben den Zweck, entweder die in den Erzen in zu großer Menge befindliche Kieselerde durch basische Erden zu sättigen, oder den Mangel an Kieselerde durch quarzige Substanzen zu ersetzen, oder auch durch Bildung von mehren und zusammengesetzten Silicaten die Verschlackbarkeit der Erden zu erhöhen.

Dimensionen der Hohöfen.

Die folgenden Regeln zur Bestimmung der Dimensionen eines Hohofens sind durch Vergleichung von 20 Hohöfen erhalten worden. Die Dimensionen, welche man durch diese Regeln erhält, sind daher nur mittlere Werthe, und müssen in jedem besondern Falle nach dem Grade der Schmelzbarkeit der Erze und nach der Beschaffenheit des Brennmaterials modificirt werden.

Nennt man:

E, die in Klgr. ausgedrückte Roheisenmenge, welche ein Hohofen in 24 Stunden liefern soll;

k, den Brennstoffbedarf in Kilogr. zur Darstellung von 100 Klgr. Roheisen;

D, den Durchmesser des größten Horizontalquerschnittes des Ofens;

H, die Höhe des Ofens, vom Boden des Heerdes zur Gicht gemessen, das Kamin jedoch nicht mitgerechnet, so ist:

für Holzkohlenöfen $D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{k\ E}{216000}}$ Met.

für Coaksöfen $D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{k\ E}{117600}}$ Met.

Durchmesser der Gicht . . .	0,43 D
Unterer Durchmesser der Rast . .	0,31 D
Die Weite des Heerdes . . .	0,22 D
Länge des Heerdes	0,605 D
Höhe des Eisenkastens . . .	0,183 D
Höhe des Ofens vom Boden des Heerdes bis zur Gicht H = . .	3,43 D
Höhe des Kamins über der Gicht .	0,24 H
Höhe des Schachtes	0,66 H
Höhe der Rast	0,178 H
Höhe des Gestelles	0,166 H

Productionsfähigkeit, Brennstoffverbrauch und Luftbedarf von Hohöfen von verschiedener Größe.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über die Production und Consumtion von Hohöfen von verschiedener Größe. Zur Berechnung dieser Tabelle wurde angenommen:

für Coaksöfen:
- 235 Klgr. Coaks für 100 Klgr. Roheisen.
- 6,18 Cubikm. Luft per Minute und per Quadratmeter Querschnitt.
- 49 Klgr. Coaks per Stunde und Quadratmeter Querschnitt.

f. Holzkohlenöfen:
- 160 Klgr. Holzkohlen für 100 Klgr. Roheisen.
- 11,56 Cubikm. Luft per Minute und per Quadratmeter Querschnitt.
- 90 Klgr. Holzkohlen per Stunde und per Quadratmeter Querschnitt.

D, Werthe des Ofens.	H, Höhe des Ofens.	Holzkohlenhohöfen mit kalter Luft.			Coakshohöfen mit kalter Luft.		
		Production an Roheisen in 24 Stunden.	Holzkohlenverbrauch in 24 Stunden.	Luftbedarf in 1 Minute in Cubikmet.	Production an Roheisen in 24 Stunden.	Coaksverbrauch in 24 Stunden.	Luftbedarf in 1 Minute in Cubikmet.
Met.	Met	Kilogr.	Kilogr.		Kilogr.	Kilogr.	
2,0	6,86	4241	6796	36,3	1570	3689	19,4
2,5	8,58	6615	10584	56,6	2450	5757	31,3
3,0	10,3	9544	15270	81,7	3535	8307	43,7
3,5	12,0	12987	20779	111,2	4810	11304	59,5
4,0	13,7	16956	27129	145,2	6280	14758	77,6
4,5	15,4	21465	34344	184,7	7950	18683	108,1
5,0	17,2	26501	42402	227,0	9815	23065	121,3

Hohofengebläse.

Luftbedarf eines Hohofens.

Der Luftbedarf der Hohöfen ist, wie schon früher angegeben wurde:
für Holzkohlenöfen: 12,25 — 12,85 Cubikmeter per Minute und per Quadratmeter des größten Querschnitts;
für Coaksöfen: 6,18 Cubikmet. per Minute und per Quadratm. des größten Querschnitts.

Pressung in der Windleitung.

Diese richtet sich nach der Natur des Brennstoffes; sie ist, in Quecksilberhöhen ausgedrückt:

	Centimeter.
für Kohlen aus Tannenholz . .	2 — 3
für Kohlen aus harzigem Holz . .	3 — 5
für Kohlen aus hartem Holz . .	4 — 6
für leichte Coaks	8 — 13
für dichte Coaks	13 — 19

Geschwindigkeit des Kolbens.

Diese ist:
bei kleineren hölzernen Kastengebläsen 0,75 — 1 Met.
bei größeren eisernen Cylindergebläsen 0,90 — 1,2 Met.

Verhältniß zwischen der eingesaugten und ausgeblasenen Luftmenge.

Dieses Verhältniß ist:

bei hölzernen Kastengebläsen	$\frac{10}{6}$
bei eisernen Cylindergebläsen	$\frac{4}{3}$

Querschnitt eines Gebläsecylinders oder eines Gebläsekastens.

Nennt man:

V das Luftvolumen, welches ein Cylinder oder ein Kasten per Secunde in den Hohofen liefern soll (auf 0° Temperatur reducirt);

t die Temperatur der eingesaugten Luft;

O den Querschnitt eines Cylinders oder eines Kastens;

v die Geschwindigkeit des Kolbens per 1 Sec.;

so ist:

für einfach wirkende hölzerne Kastengebläse:

$$O = 2 \cdot \frac{10}{6} \cdot \frac{V}{v} (1 + 0{,}004t),$$

für doppelwirkend eiserne Cylindergebläse:

$$O = \frac{4}{3} \cdot \frac{V}{v} (1 + 0{,}004\, t).$$

Länge des Kolbenhubes.

Dieser ist bei Cylindergebläsen, gleich $\frac{3}{4}$ von der Weite eines Kastens.

Querschnitt der Saugventile.

Dieser ist bei Kastengebläsen gleich $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{12}$ vom Querschnitt eines Kastens; bei Cylindergebläsen gleich $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$ vom Querschnitt eines Cylinders.

Querschnitt der Druckventile.

Gleich $\frac{1}{22}$ vom Querschnitte des Cylinders oder des Kastens.

Windleitung.

Für kalte Luft ist der Querschnitt der Windleitung gleich $\frac{1}{20}$ von der Summe der Querschnitte sämmtlicher doppeltwirkender Cylinder oder $\frac{1}{15}$ von der Summe der Querschnitte sämmtlicher einfachwirkender Kasten. Für erhitzte Luft muß dieser Querschnitt noch im Verhältniß 1 + 0,004 T : 1 ver-

mehrt werden. Hierbei bezeichnet T die Temperatur der erhitzten Luft.

Regulator mit unveränderlichem Volumen.

Das Volumen eines solchen Regulators (Windkessels) soll 40 bis 60 mal so groß sein, als das Luftvolumen, welches derselbe in jeder Secunde aufzunehmen und abzugeben hat.

Anzahl der Düsenöffnungen.

Holzkohlenhohöfen erhalten nur eine Düse, wenn die per 1 Minute einzublasende Luftmenge nicht mehr als 30 Cubikm. beträgt. Coaksöfen erhalten immer wenigstens zwei Düsen. Beträgt die einzublasende Luftmenge 70 — 100 Cubikmet. per 1 Minute, so sind drei Düsen erforderlich.

Summe der Querschnitte sämmtlicher Düsenöffnungen.

Nennt man:

o die Summe der Querschnitte aller Düsenöffnungen;

V das Volumen, welches die Luft, die per 1 Secunde in den Hohofen getrieben werden soll, bei 0^0 Temperatur und unter dem atmosphärischen Luftdruck einnimmt;

P die Pressung der Luft in der Windleitung, in der Nähe der Düsenöffnungen;

p die Pressung im Hohofen, welche nahe dem atmosphärischen Drucke gleich ist;

T die Temperatur der Luft in der Windleitung.

k den Contractionscoefficienten für die Düsenöffnungen. In der Regel ist $k = 0{,}9$ bis $0{,}95$.

U die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft aus den Düsenöffnungen tritt;

$g = 9{,}8080$ die Endgeschwindigkeit nach der ersten Secunde beim freien Falle der Körper,

so ist:

$$U = \sqrt{2\,g\,\frac{10333(1 + 0{,}004)\,T}{1{,}3}\log\text{nat}\,\frac{P}{p}}$$

$$O = \frac{V\,(1 + 0{,}004)\,T}{k\,U}$$

Die Resultate, welche diese Formeln liefern, sind in folgender Tabelle enthalten:

Pressung d. Luft in der Windleitung in Queck-silber-Cubikmet.	T = 12°		T = 300°	
	U	$\frac{V}{O}$	U	$\frac{V}{O}$
2	64	57	93	40
3	79	71	114	49
4	91	82	132	57
6	110	99	159	68
8	126	113	183	79
10	141	127	204	88
12	153	138	222	95
14	165	148	239	103
16	175	157	253	109
18	185	166	268	115

Betriebskraft für die Gebläse.

Nennt man:

V das Volumen, welches die Luft, die per Secunde in den Hohofen getrieben werden soll, bei 0° Temperatur und unter dem Druck der Atmosphäre einnimmt;

P die Pressung der Luft in der Windleitung auf 1 Quadratmeter;

N den Nutzeffect, welchen die Betriebsmaschine entwickeln muß, in Pferdekräften ausgedrückt;
so ist:

$$N = \frac{1,7 \times 10333}{75} \log nat \frac{P}{10333} \times V.$$

Die Resultate, welche diese Formel liefert, sind in folgender Tabelle enthalten:

Pressung in der Windleitung in Quecksilberhöhen.

Centimeter.

3	4	5	6	8	10	12	14	16	18

Centimeter.

$\frac{N}{V} = \frac{\text{Pferdekraft}}{\text{Luftvolumen}}$ 9,2 11,4 13,6 17,8 22,3 28,6 34,7 38,7 40,7 48,5

Apparate zur Erhitzung der Luft.

Vortheilhafteste Temperatur, bis zu welcher die Luft erhitzt werden soll	300°
Vortheilhafteste Heizfläche, um 1 Cubikm. Luft per Minute zu erhitzen	0,8—1 □M.
Vortheilhafteste Geschwindigkeit der Luft in den Wärmeröhren . .	10—11 Met.
Geschwindigkeit der Luft in der Röhre, durch welche sie von dem Heizapparat nach den Düsenöffnungen geleitet wird	10—11 Met.
Brennstoffaufwand um 1 Cbkm. Luft zu erhitzen — Holz . .	$\frac{1}{15}$ Kilogr.
Brennstoffaufwand um 1 Cbkm. Luft zu erhitzen — Steinkohlen.	$\frac{1}{30}$ Kilogr.
Nutzeffect des Heizapparates . .	0,5 Kilogr.

Schmiedeeisenfabrication.
Nach englischer Art.

Verhältnisse zwischen Feineisen, Rohschienen und fertigem Schmiedeeisen.

Roheisen Klgr.		Feineisen Klgr.		Rohschienen Klgr.		Schmiedeeisen Klgr.
1,50	giebt	1,35	giebt	1,20	giebt	1,00
1,25	giebt	1,13	giebt	1,00	giebt	0,84
1,11	giebt	1,00	giebt	0,92	giebt	0,74
1,00	giebt	0,90	giebt	0,80	giebt	0,67

Brennstoffaufwand für verschiedene Operationen.

Um 1 Klgr. Roheisen in Feineisen umzuwandeln, braucht man 0,303 bis 0,313 Klgr. Coaks.

Um 1 Klgr. Feineisen in Rohschienen umzuwandeln, braucht man 1 Klgr. *Steinkohlen.*

Um 1 Klgr. weißes Roheisen zu puddeln, braucht man 1,4 bis 1,5 Klgr. Steinkohlen.

Wenn die Arbeitsmaschinen (Gebläse, Hammer und Walzwerke) mit Dampfmaschinen getrieben werden, braucht man zum Betrieb derselben für 1 Klgr. fertiges Eisen ½ Klgr. Steinkohlen.

Wöchentliche Production der Oefen und der Maschinen.

Ein Feineisenfeuer mit 6 Düsen producirt per Woche 130 Tonnen fein Metall;
dasselbe mit 4 Düsen per Woche 90 Tonn. fein Metall;
dasselbe mit 3 Düsen per Woche 48 Tonn. fein Metall.

Ein Puddelofen liefert wöchentlich 17 Tonnen Eisen, wenn fein Metall und 11 Tonnen, wenn Roheisen gepuddelt wird.

Wegen oftmal eintretender Reparaturen, muß die Anzahl der Puddelöfen um die Hälfte größer genommen werden.

Die Anzahl der Schweißöfen verhält sich zu jener der Puddelöfen wie 5 : 12.

Abmessungen, Geschwindigkeiten, Betriebskräfte und wöchentliche Production der Maschinen.

Stirnhammer.

Gewicht des Hammerkörpers . .	4000 Klgr.
Gewicht des Amboßstockes . . .	4000 Klgr.
Gewicht des Daumenringes . .	4000 Klgr.
Halbmesser des Schwungrades . .	2,7 Meter
Anzahl der Schläge per Minute . .	80—90 M.
Erhebung des Hammers über die Bahn	0,35-0,40 M.
Betriebskraft	12-15 Pferde
Wöchentliche Production gleich jener von 10—12 Puddelöfen oder ungefähr	70-100 Ton.

Quetscher.

Anzahl der Oscillationen per Minute	80—90
Betriebskraft in Pferden . . .	8—10
Wöchentliche Production gleich der eines Stirmhammers oder ungefähr	70-100 Ton.

Luppenwalzwerk.

Dieser Train besteht gewöhnlich aus zwei Walzwerken. Das erste, das Streckwalzwerk, hat concav quadratische Caliber oder Cannelirungen und dient zum Ausstrecken der Luppen. Das zweite hat flache viereckige Cannelirungen und dient zur Umformung der Stäbe, welche das erste Walzwerk geliefert hat, in längliche Platten.

Durchmesser der Zäng- u. Formwalzen	0,48–0,50 M.
Länge der Walzen	1,60–1,70 M.
Durchmesser der Zapfen an den Walzen	0,26–0,27 M.
Gewicht eines Walzenpaares . .	4500 Kilogr.
Anzahl der Umdrehungen der Walze per Minute:	
a) wenn die Luppen vorher unter dem Stirnhammer bearbeitet wurden .	30—40
b) wenn die Luppen unmittelbar, nachdem sie aus dem Puddelofen gezogen wurden, durch die Walzen gelassen werden	20—30
Betriebskraft für den ganzen Train .	20 Pferde
Wöchentliche Production des Trains:	
a) wenn die Luppen zuerst unter dem Stirnhammer bearbeitet wurden .	200 Tonnen
b) wenn die Luppen unmittelbar aus den Puddelöfen zwischen die Walzen gebracht werden . . .	160 Tonnen
Ein Stirnhammer, ein Quetscher und ein Luppenwalzwerk erfordern zusammen eine Betriebskraft von .	40 Pferden.

Große Scheere.

Anzahl der Schnitte per Minute .	20—30
Betriebskraft	2,5—3
Wöchentliche Production . . .	100 Tonnen.

Grobeisenwalzwerk.

Dieses besteht gewöhnlich aus drei Walzwerken:

Erstes Walzwerk. Streckwalzen mit concavquadratischen Cannelirungen.

Zweites Walkwerk. Schlichtwalzen mit quadratischen, runden, oder flachviereckigen Cannelirungen.

Drittes Walzwerk. Polirwalzen mit glatten Oberflächen.

Länge der Streck- u. Schlichtwalzen	1,45 — 1,55 Meter
Durchmesser der Walzen . .	0,36 — 0,40 Meter
Durchmesser der Zapfen an den Walzen	0,24 — 0,27 Meter
Gewicht eines Walzenpaares .	1500 — 2000 Klgr.
Anzahl d. Umdrehungen per Minute	70 — 80 Kilogr.
Betriebskraft für den Train:	
a) wenn immer entweder nur mit den Streck- od. mit den Schlichtwalzen gearbeitet wird . .	20 Pferde
b) wenn gleichzeitig mit allen Walzen gearbeitet wird . .	36 Pferde
Wöchentliche Production im Falle a . .	60 Tonnen
Wöchentliche Production im Falle b . .	80 Tonnen

Feineisenwalzwerk.

Dieses besteht gewöhnlich aus folgenden Walzwerken:

a) ein Walzwerk mit drei Walzen und mit quadratischen Cannelirungen;

b) ein Walzwerk mit drei Walzen mit flachviereckigen Cannelirungen;

c) ein schmales Walzwerk mit zwei Walzen mit runden Cannelirungen;

d) ein schmales Walzwerk mit zwei Walzen mit quadratischen Cannelirungen.

Durchmesser der Walzen von a b c d	0,20 — 0,24 M.
Länge der Walzen von a und b .	0,65 — 0,70 M.
— — — — c und d .	0,16 — 0,20 M.
Anzahl der Umdrehungen sämmtlicher Walzen per Minute . . .	200 — 250 M.
Betriebskraft für den ganzen Train	15 — 20 Pferde
Wöchentliche Production . . .	18 Tonnen.

Schneidwerk mit Scheiben.

Als Präparirwalzen dienen glatte Walzen von

0,35—0,40 Met. Durchmesser, die per Minute 42—45 Umdrehungen machen.

Die wesentlichen Daten für die Anordnung eines Schneidwerkes sind:

Breite der Bänder	Durchmesser der Schneidscheiben	Anzahl der Scheiben		Umdrehung per Minute.
Millim.	Meter	obere u.	untere Walze.	
4,5—9	0,27	6	7	50
11—14	0,30	5	6	47
14—16	0,33	4	5	43
20—23	0,36	3	4	39

Betriebskraft eines Schneidwerks . 4—5 Pferde
Wöchentliche Production . . . 65 Tonnen

Blechwalzwerk.

Die Länge der Walzen richtet sich nach der Breite der Bleche. Die folgende Tabelle giebt angemessene Dimensionen für Walzen von verschiedener Länge.

Breite der Bleche	Länge der Walzen	Durchmesser der Walzen	Durchmesser der Zapfen
0,40	0,50	0,24	0,18
0,88	1,00	0,37	0,24
1,30	1,50	0,50	0,30
1,80	2,00	0,60	0,35

Die Geschwindigkeit der Walzen richtet sich vorzugsweise nach der Dicke der Bleche.

		per Minute.
Anzahl der Umdrehungen	für dünne Bleche	40
desgl.	mittlere Bleche	25—30
desgl.	starke Bleche	20—22

100 Klgr. Schmiedeeisen geben 65—70 Klgr. dickes Blech und 50—55 Klgr. dünnes Blech.

Die Betriebskraft richtet sich nach dem Querschnitt der Bleche.

Für Bleche von 1,8 M. Breite u. 0,01 M. Dicke 60 Pferde
— — 1 — — 0,005 — 40 —
— — 0,5 — — 0,003 — 20 —

Die wöchentliche Production beträgt für jede Pferdekraft ungefähr $\frac{1}{4}$ Tonne.

Eisenbahnschienenwalzwerk.

Durchmesser der Walzen . .	0,45—0,50 Met.
Länge der Walzen . . .	1,20—1,40 Met.
Anzahl d. Umdrehungen per Minute	55 — 65 Meter
Betriebskraft	40 — 45 Pferde
Wöchentliche Production . .	42—54 Tonnen.

Die totale Betriebskraft einer englischen Schmiede ist der wöchentlichen Eisenproduction proportional und beträgt für jede Tonne der wöchentlichen Production 0,6 Pferdekraft. Dabei ist die Betriebskraft für das Gebläse nicht mitgerechnet.

Allgemeine Regeln über den Bau der Maschinen zur Eisenfabrication.

Bei dem Bau dieser Maschinen, sowie überhaupt bei dem Bau aller Maschinen, die heftige Stöße auszuhalten haben, müssen folgende Regeln beobachtet werden.

1) Müssen diese Maschinen im Allgemeinen stärker gebaut werden, als solche, die nur Widerstände zu überwinden haben. Macht man die Zapfen und Wellen um die Hälfte stärker, als bei gewöhnlichen Triebwerken, und bestimmt alle übrigen Dimensionen nach den Verhältnißzahlen, welche oben angegeben wurden, so erhält man practisch brauchbare Abmessungen.

2) Es müssen vorzugsweise diejenigen Theile sehr stark gemacht werden, welche kostspielig sind, und deren Wiederersetzung mit Zeitverlust und Unkosten verbunden ist.



3) Um sich zu versichern, daß die soeben bezeichneten Bestandtheile nicht brechen, muß man andere Bestandtheile, die weniger kostspielig sind, und die leicht ersetzt werden können, nur so stark machen, daß sie zwar den Normalwiderstand hinreichend überwältigen können, daß sie aber zuerst brechen, wenn überhaupt Umstände eintreten, bei welchen ein Bruch unvermeidlich wird. Deßhalb sind bei den Walzwerken die Kupplungshülsen die schwächsten Theile.

4) Die gerippten Formen, vermittelst welcher Maschinen, die nur Widerstände zu überwinden haben, mit dem geringsten Brennmaterialaufwand hinreichende Festigkeit erhalten, sind bei Maschinen, die Stöße auszuhalten haben, nicht zweckmäßig. Die Widerstandsfähigkeit der Körper gegen Stöße richtet sich vorzugsweise nach dem Volumen und nicht nach der Form der Körper. Gedrungene Formen sind daher für diese Maschinen die geeignetsten.

5) Das Material soll vorzugsweise dahin concentrirt werden, wo die stoßweise Bewegungsmittheilung zunächst erfolgt.

6) Die Fundamente zur Aufstellung dieser Maschinen, sollen aus Holz hergestellt werden, und die Verbindung aller Theile soll in der Art geschehen, daß eine kleine Nachgiebigkeit des hölzernen Fundaments ohne Brechen eines Maschinentheils nicht Statt finden kann.

Schwungräder für Walzwerke.

Die Schwungräder der Walzwerke müssen so schwer gemacht werden, daß die Betriebsmaschine 30 bis 60″ wirken muß, bis die normale Geschwindigkeit der Maschine eintritt.

Nennt man:

N den Nutzeffect in Pferdekräften der Betriebsmaschinen;

P das Gewicht des Schwungrades;

C die normale Umfangsgeschwindigkeit des Schwungrades;

T = 30 bis 60″ die Zeit, während welcher die Maschine, ohne zu arbeiten, und unter Einwirkung des Motors laufen muß, bis im Schwungrade die Geschwindigkeit C eintritt:

so ist:

$$P = \frac{2\,g \times 75 \times N \times T}{C^2}$$

Den Halbmesser des Schwungrades darf man in der Regel 12 mal so groß machen, als den Durchmesser der Schwungradswelle.

Aufwerfhämmer.

Diese Hämmer werden vorzugsweise zum Zangen und Ausstrecken der Luppen angewendet. Gewicht, Hubhöhe, Anzahl der Schläge richten sich nach der Größe der Luppen. Die folgende Tabelle giebt die Hauptdaten für solche Luppenhämmer:

Gewicht der Luppe. Klgr.	Gewicht des Hammers ohne Stiel. Klgr.	Hubhöhe des Hammers üb. d. Bahn. Meter.	Anzahl d. Schläge per Minute.
25	250	0,40	160
30	300	0,43	140
40	400	0,46	120
50	500	0,50	100

Zum Zängen und Ausstrecken einer Luppe sind 35 Minuten erforderlich. Bei ununterbrochener Arbeit könnten demnach in 12 Stunden Arbeitszeit 18 Luppen gezängt und ausgestreckt werden.

Schwanzhämmer.

Diese Hämmer werden vorzugsweise gebraucht, um die starken Stangen, welche vermittelst der Aufwerfhämmer aus den Luppen erhalten wurden, weiter

auszustrecken, um flaches, quadratisches, rundes oder gezaintes Eisen von schwächeren Querschnittsdimensionen zu erhalten. Gewicht, Hubhöhe, Anzahl der Schläge richtet sich nach der Stärke des darzustellenden Eisens.

Die folgende Tabelle giebt die Hauptdaten für große, mittlere und kleine Schwanzhämmer.

Starkes Eisen.

a) Flacheisen	Breite	0,04 — 0,06 — 0,15 Met.
	Dicke	0,008— 0,01 — 0,02 Met.
b) Bandeisen	Breite	0,054—0,06 —0,07—0,08 M.
	Dicke	0,010—0,015—0,015—0,03 M.
c) Stabeisen	Breite	0,030—0,035—0,035—0,04 M.
	Dicke	0,010— 0,014—0,014—0,016 M.
d) Quadratisches Esen	Dicke	0,02—0,025—0,06 Meter.

Zur Darstellung dieser Eisensorten werden Hämmer gebraucht von 250 Klgr. Gewicht (ohne Stiel), 0,50 bis 0,60 Met. Hubhöhe über der Bahn und die per Minute 100 — 160 Schläge machen.

Bei ununterbrochener Arbeit werden in 12 Stunden 6000 Klgr. Eisen producirt,

Mittelstarkes Stabeisen.

a) Flacheisen	Breite	0,03 — 0,04
	Dicke	0,007— 0,009
b) Stabeisen	Breite	0,025 — 0,03
	Dicke	0,008 — 0,012
b) Quadratisches Eisen	Dicke	0,015 — 0,02

Diese Eisensorten werden mit Hämmern gemacht, die ohne Stiel 100 Klgr. wiegen, 0,35 — 0,45 Met. hoch über die Bahn gehoben werden und per Minute 140 — 200 Schläge machen.

Schwaches Eisen.

a) Bandeisen	Breite	0,015 — 0,035	
	Dicke	0,004 — 0,007	
b) Quadratisches und gezaintes Eisen	Dicke	0,005 — 0,008	
c) Rundeisen	Dicke	0,007 — 0,03	

Hierzu haben die Hämmer 50 Klgr. Gewicht, 0,25 — 0,3 Met. Hubhöhe und machen per Minute 140 — 300 Schläge.

Mit diesen kleinen Hämmern werden in zwölf Arbeitsstunden 1200—1500 Klgr. Eisen geschmiedet.

Große Aufwerfhämmer.

Diese Hämmer werden vorzugsweise in England angewendet, um große Maschinenbestandtheile, als: Wellen, Kurbeln, Kurbelachsen für Locomotiven rc. aus Schmiedeeisen anzufertigen. Dies geschieht durch Zusammenschweißen von dünnen Stäben oder Platten und durch Ausstrecken unter dem Hammer. Das Gewicht dieser Hämmer richtet sich theils nach dem Gewichte der zu bearbeitenden Gegenstände, theils nach dem Querschnitte derselben. Um Locomotivachsen oder Wellen bis zu 16 Centim. Durchmesser zu schmieden, werden Hämmer angewendet, die, den Stiel mitgerechnet, 2000—4000 Klgr. wiegen, 0,45 Hubhöhe haben und die in der Minute 80—100 Schläge machen. Zur Anfertigung der großen Wellen und Kurbeln für große Schiffsmaschinen haben die Hämmer oft ein Gewicht von 10000 Klgr. und machen in der Minute 60 — 80 Schläge.

Große Stirnhämmer.

Diese haben mit Einschluß des Stiels ein Gewicht von 2000 — 4000 Klgr., eine Hubhöhe von

0,45 — 0,50 Meter und machen 90—100 Schläge per Minute. Sie werden vorzugsweise zum Zängen der Puddelofenluppen gebraucht. Mit 20 — 30 Schlägen ist eine Luppe fertig geschmiedet. Ein Hammer ist hinreichend für 10 — 12 Puddelöfen.

Nasmyth's Dampfhammer.

Diese Hämmer werden gegenwärtig vorzugsweise in den größeren Constructionsateliers zu den größern Schweißarbeiten angewendet. Ihr Gewicht beträgt 1000 — 4000 Klgr. und die Hubhöhe 0,6 — 1 Met. Sie machen im Minimum (wenn der ganze Hub gebraucht wird) 60 — 80 Schläge per Minute.

Wenn nur $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ des ganzen Hubes gebraucht wird, kann die Anzahl der Schläge 120 — 160 per Minute betragen.

Nutzeffect zum Betriebe der Hämmer.

Man kann annehmen: 1) daß die Erhebungszeit, die Fallzeit und Ruhezeit gleich groß sind; 2) daß der Nutzeffect 2 mal so groß ist, als jener, welcher der Erhebung des Gewichts entspricht. Unter dieser Voraussetzung hat man zur Berechnung irgend eines Hammers folgende Gleichungen:

$$n\,r = \frac{3}{2\,\pi}\,h\,m; \quad i\,n = m$$

$$E = \frac{P\,h\,m}{30} \text{ Kilometer.}$$

Die Bedeutung der Größen ist:

P, das Gewicht des Hammers und des Stieles;

h, die Hubhöhe über den Amboß;

r, der Halbmesser des Daumenring-Theilkreises;

n, die Anzahl der Umdrehungen der Daumenwelle per Minute;

m, Anzahl der Schläge des Hammers per Minute.

i, Anzahl der Daumen;

E, der Nutzeffect in Kilogrm., welcher zum Betrieb des Hammers erforderlich ist.

Schwungräder für Hämmer.

Der Erfahrung zufolge, soll die lebendige Kraft des Schwungrades eines Hammers 5 — 10 mal so groß sein, als der Effect der Betriebsmaschine.

Nennt man:

G, das Gewicht des Schwungringes;

V, die normale Umfangsgeschwindigkeit des Ringes;

E, den Nutzeffect in Klgr., welcher per Secunde zum Betrieb des Hammers erforderlich ist;

so hat man:

1) für große Stirn-, Aufwerf- und Schwanzhämmer . . . $GV^2 = 100E$,

2) für Aufwerfhämmer zur Luppenarbeit . . . . $GV^2 = 98E$,

3) für Schwanzhämmer von 250 Klgr. Gewicht . . . $GV^2 = 90E$,

4) für kleine Schwanzhämmer . $GV^2 = 70E$.

Ch. Combes, (General-Inspector d. Bergwerke u. Prof. d. Bergbaukunst an d. Bergwerksschule zu Paris) Handbuch der

Bergbaukunst

oder die Lehre von der Aufsuchung und Gewinnung der nutzbaren Mineralien. Deutsch bearbeitet von Dr. C. Hartmann. Zwei Bände. Nebst Atlas mit 80 Querfoliotafeln. Zweite wohlfeilere, um 17 Bogen und um 7 Tafeln vermehrte und ergänzte Ausgabe. 4. Geh. 10 Rthl. od. 18 fl. In der erstern viel unvollständigern Auflage war d. Preis 16 Rthl.

Ein Werk, wie das vorstehende, war für das bergmännische Publikum das größte Bedürfniß. Delius's Bergbaukunst (Wien 1773), ist vergriffen und auch gänzlich veraltet und das in seiner Art so ganz vortreffliche größte bergmännische Werk von Villefosse hat eine ganz andere Tendenz. Das sehr wichtige und umfassende Handbuch von Combes wurde, kaum erschienen, in den französischen Blättern schon durch die rühmlichst bekannten Kritiken beehrt. Es ist deutlich, bündig und klar geschrieben und wird in allen seinen Beziehungen durch die schönsten und accuratesten Zeichnungen erläutert. Es ist das einzige in seiner Art, sowohl in Frankreich, als auch in Deutschland und besonders auch zu einem Vorlesebuch auf Bergakademien geeignet. Die deutsche Bearbeitung konnte nicht wohl in bessere Hände kommen, als in die des Herrn Hartmann, der auf dem bergmännischen Felde bekanntlich so ganz in seinem Elemente ist, wie er durch seine Bearbeitung des Villefosse, Le Blanc und Walter und durch seine vielen mineralogisch-bergmännischen Original-Schriften längst zur Genüge dargethan hat. Die neue Ausgabe enthält die wichtigsten Ergänzungen seit der Herausgabe der ersten vor sieben Jahren erschienenen und bildet jetzt das vollständigste Werk über Bergbau. Diese Ergänzungen sind für Solche, welche die erste Ausgabe bereits besitzen, für 1 Rthl. 15 Sgr. oder 2 fl. 42 kr. besonders zu haben unter dem Titel:

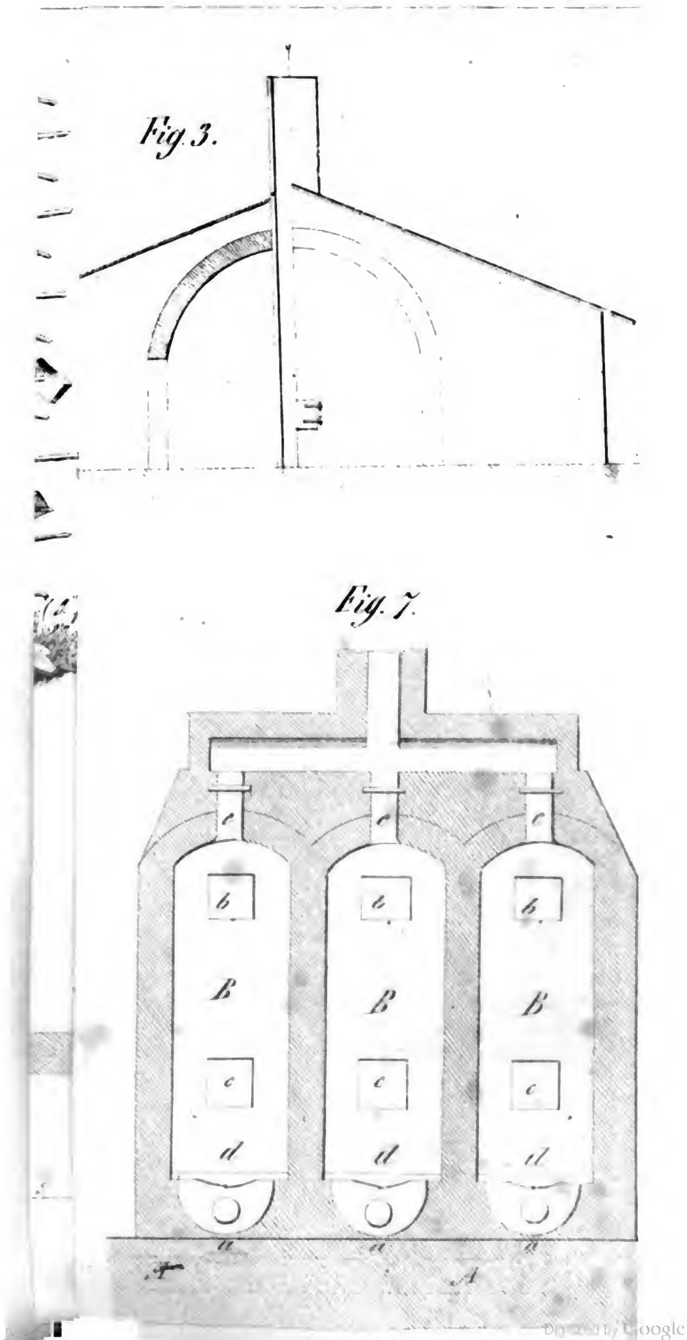
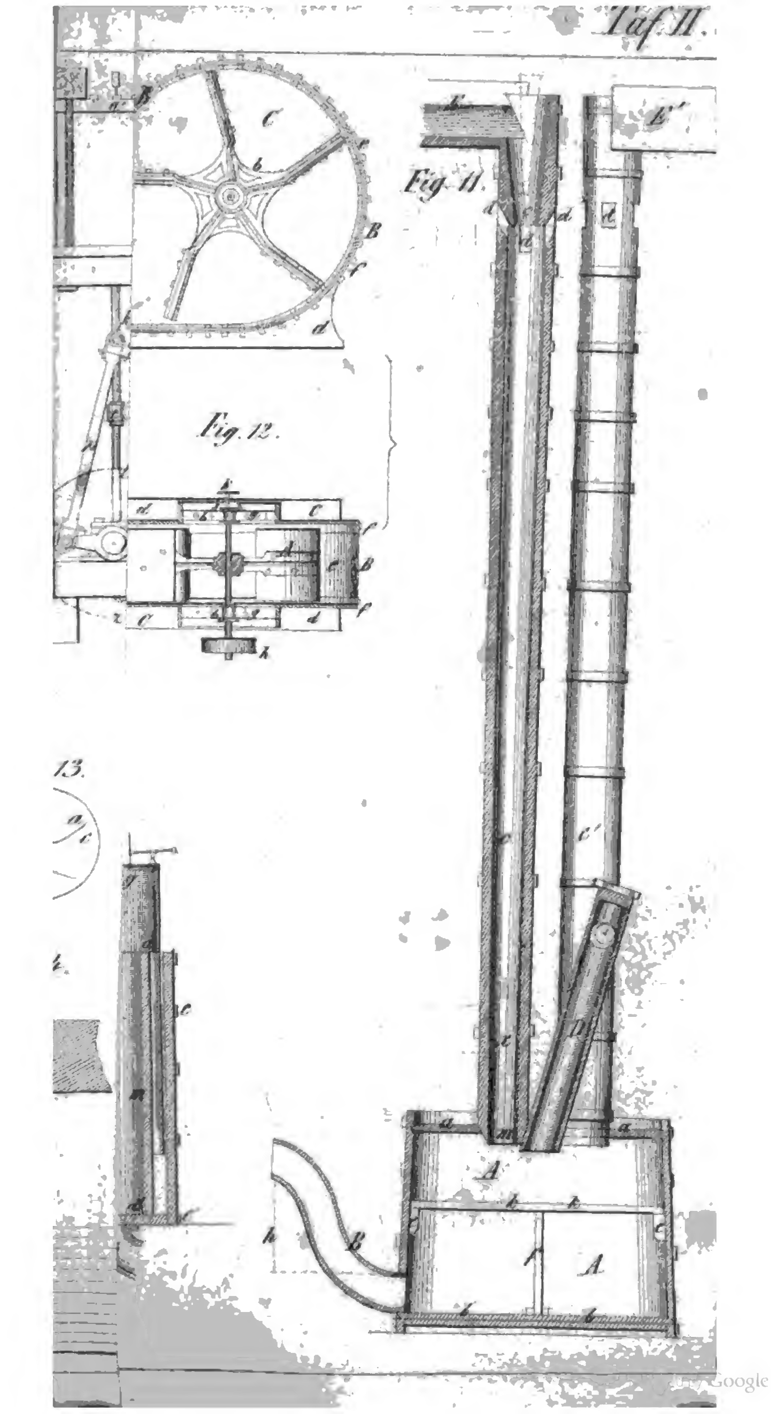
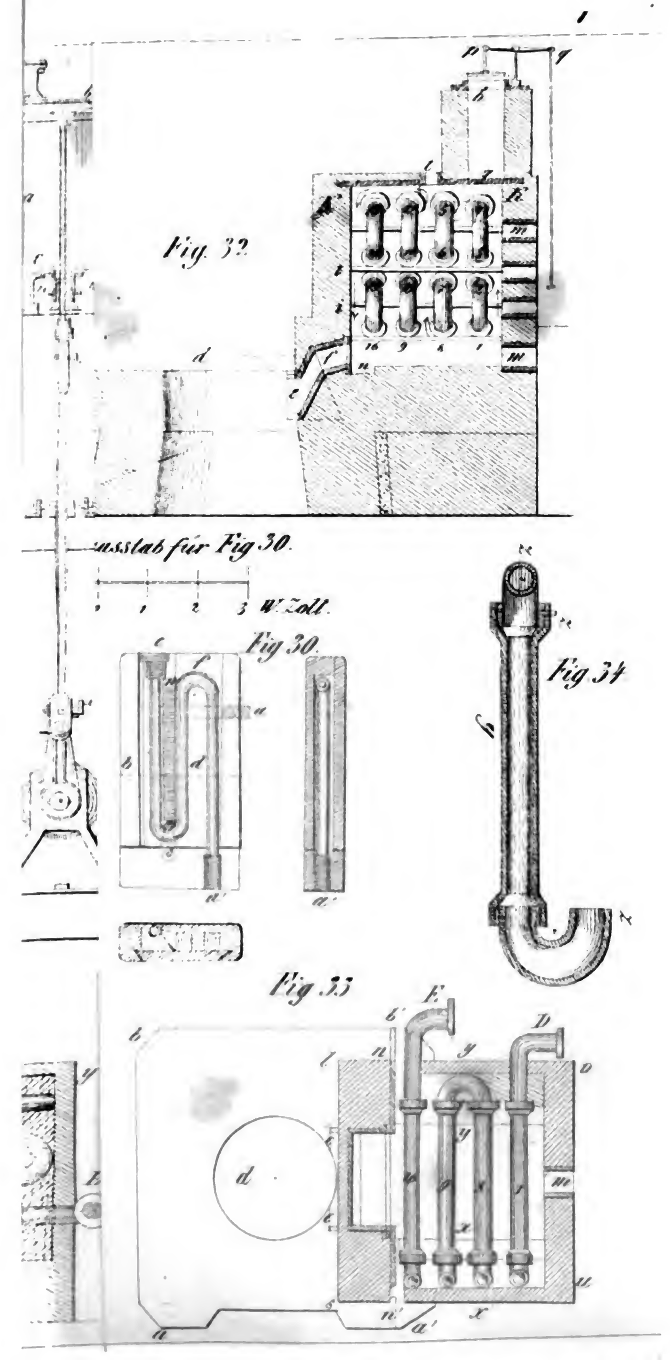


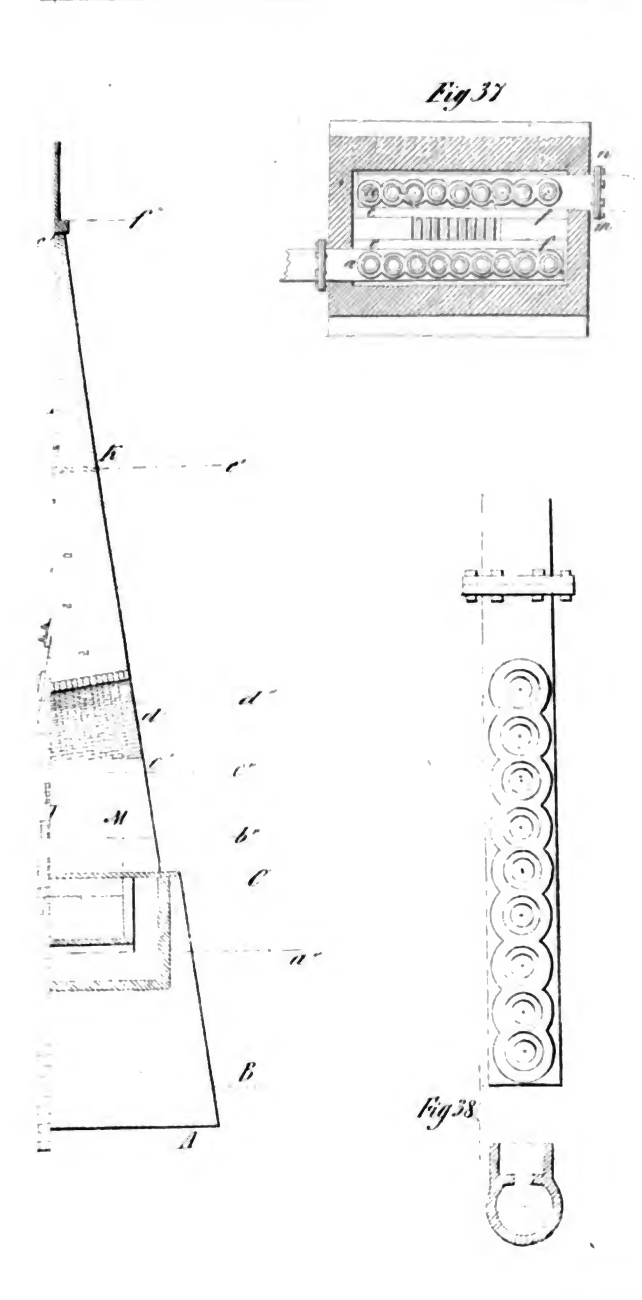
Fig. 3.
Fig. 7.
e
e
e
b
b
b
B
B
B
c
c
c
d
d
d
a
a
a
A



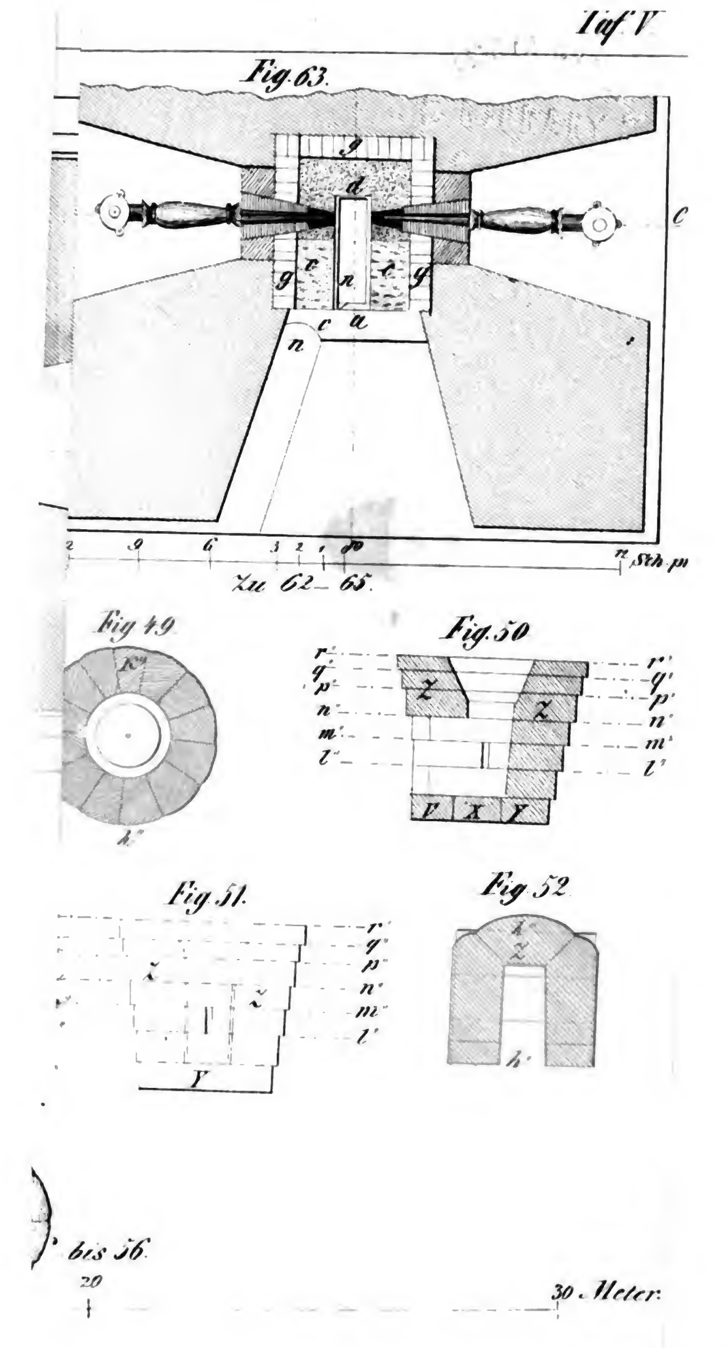
Taf. II.
Fig. 11.
Fig. 12.
13.


Fig. 32
Fig. 30.
Fig. 34
Fig. 33
usstab für Fig. 30.
0 1 2 3 W. Zoll.




Fig. 37
Fig. 38
n
m
f
k
e
d
c
M
b
C
a
B
A




Fig. 63.
g
d
C
e
e
g
n
g
c
a
n
2
9
6
3
2
1
0
n Sch. m
Zu 62 – 65.
Fig. 49.
k''
h''
Fig. 50.
r
q
p
n
m
l
Z
Z
Y
X
Y
Fig. 51.
r
q
p
n
m
l
Z
Z
Y
Fig. 52.
k
h
bis 56.
20
30 Meter.



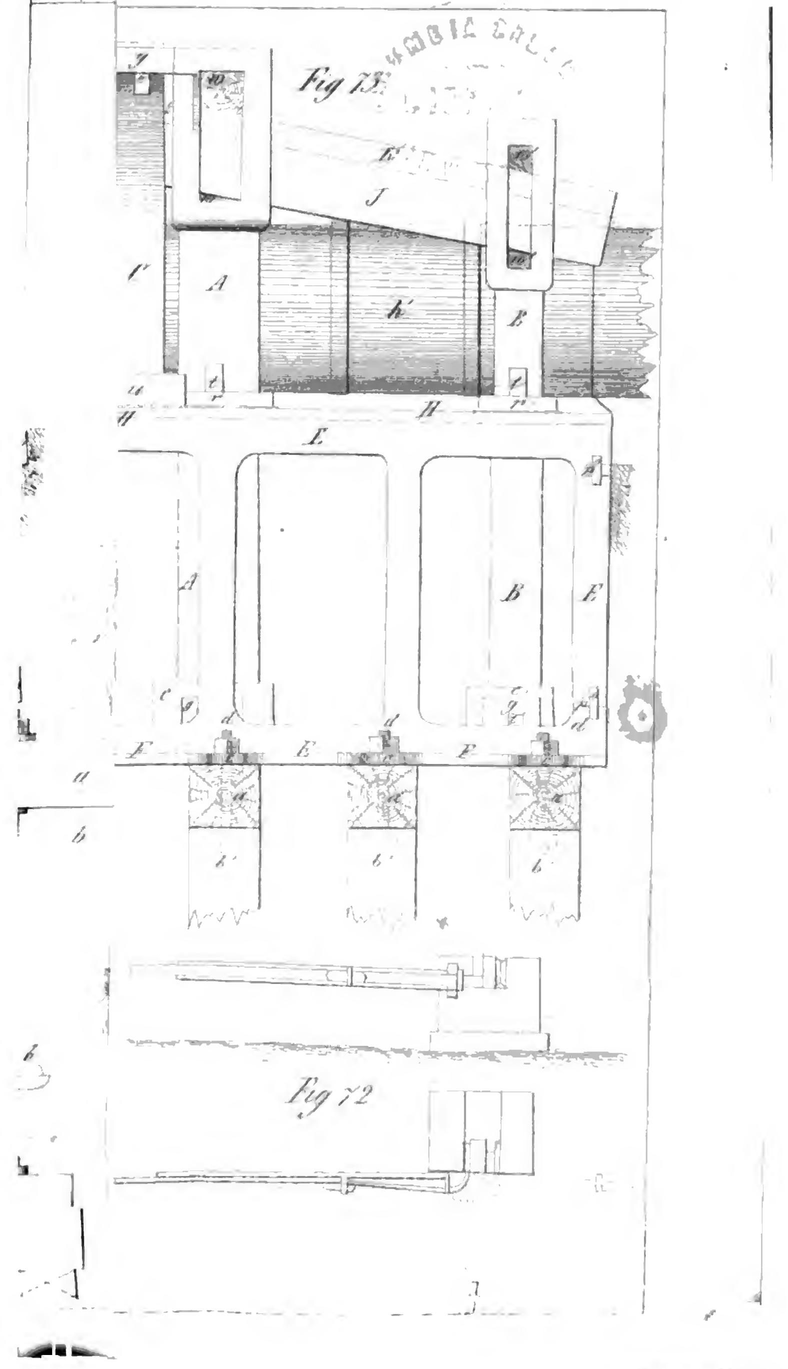
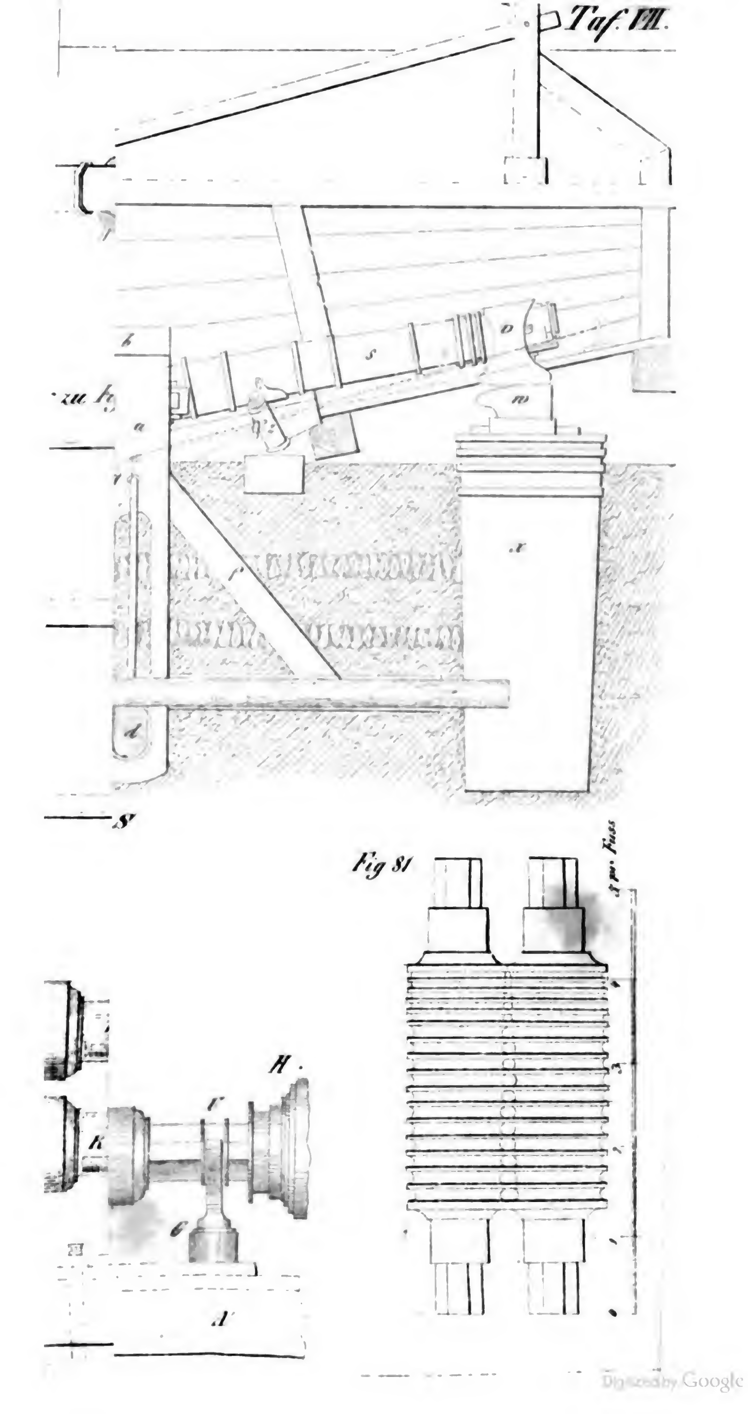
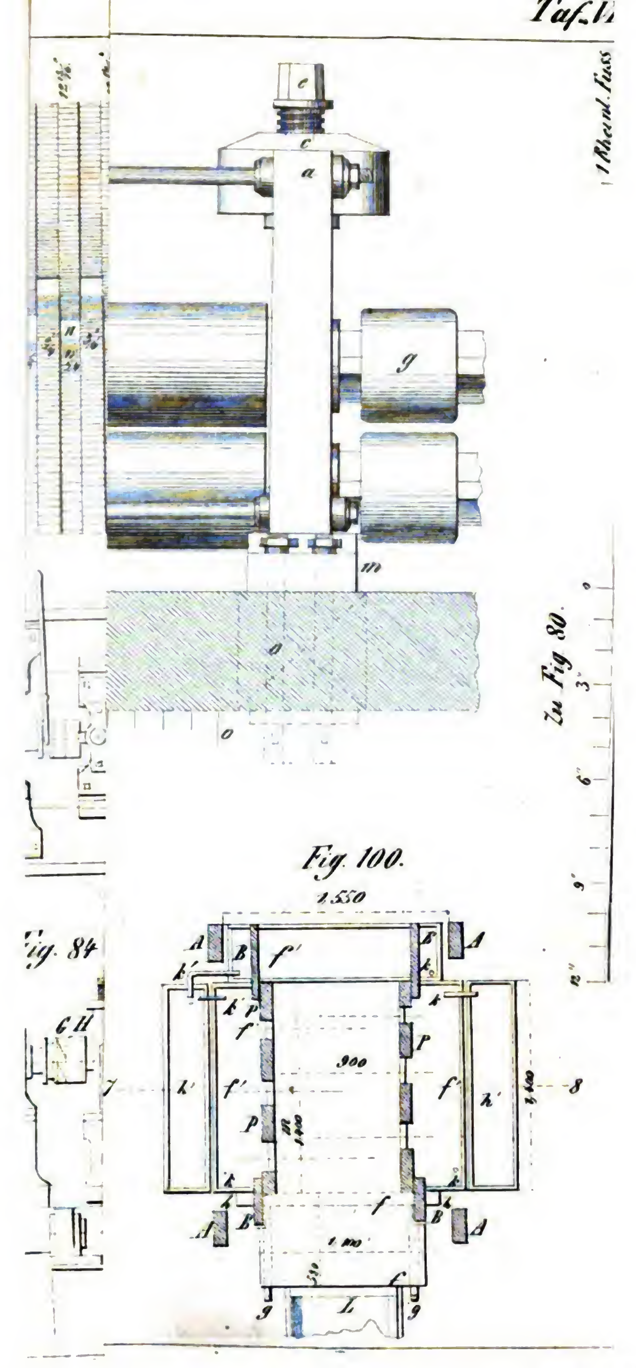


Fig 73.
Fig 72

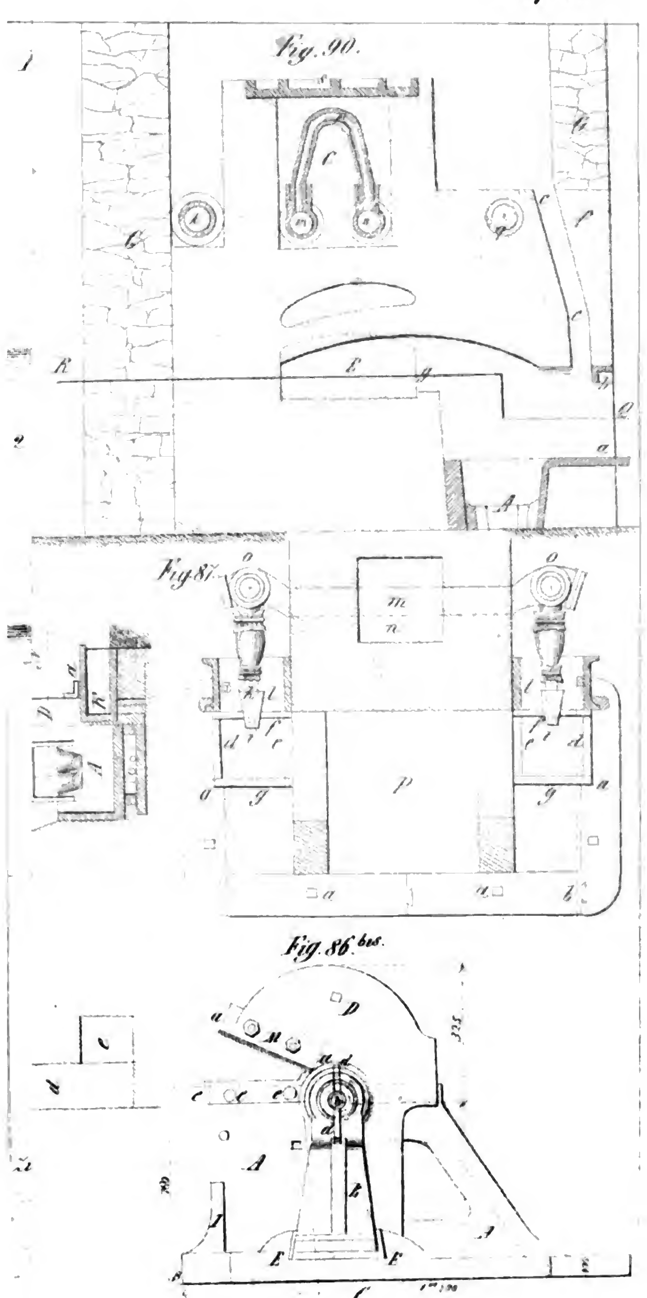


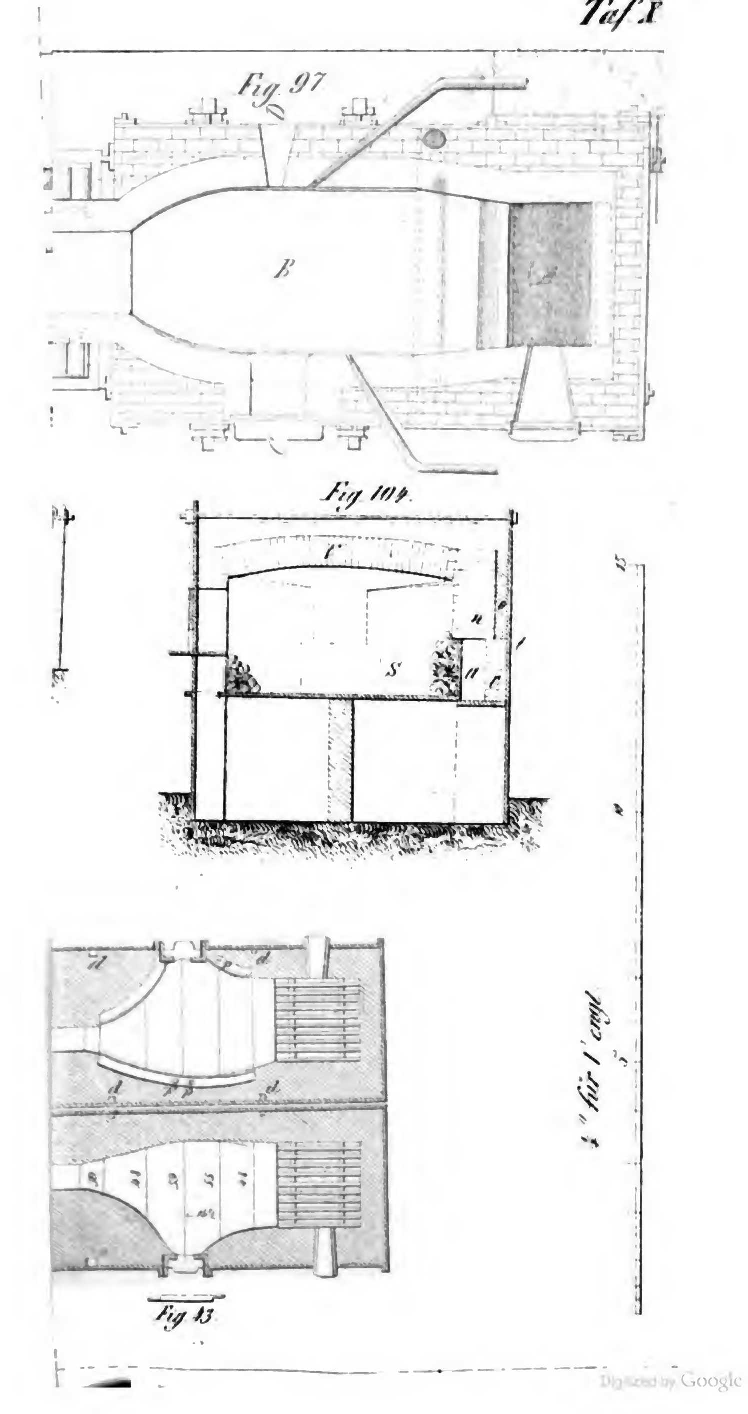
Taf. VII.
zu F
a
b
d
m
o
s
x
r
8
Fig 81
Fuss
H.
F
K
G
A



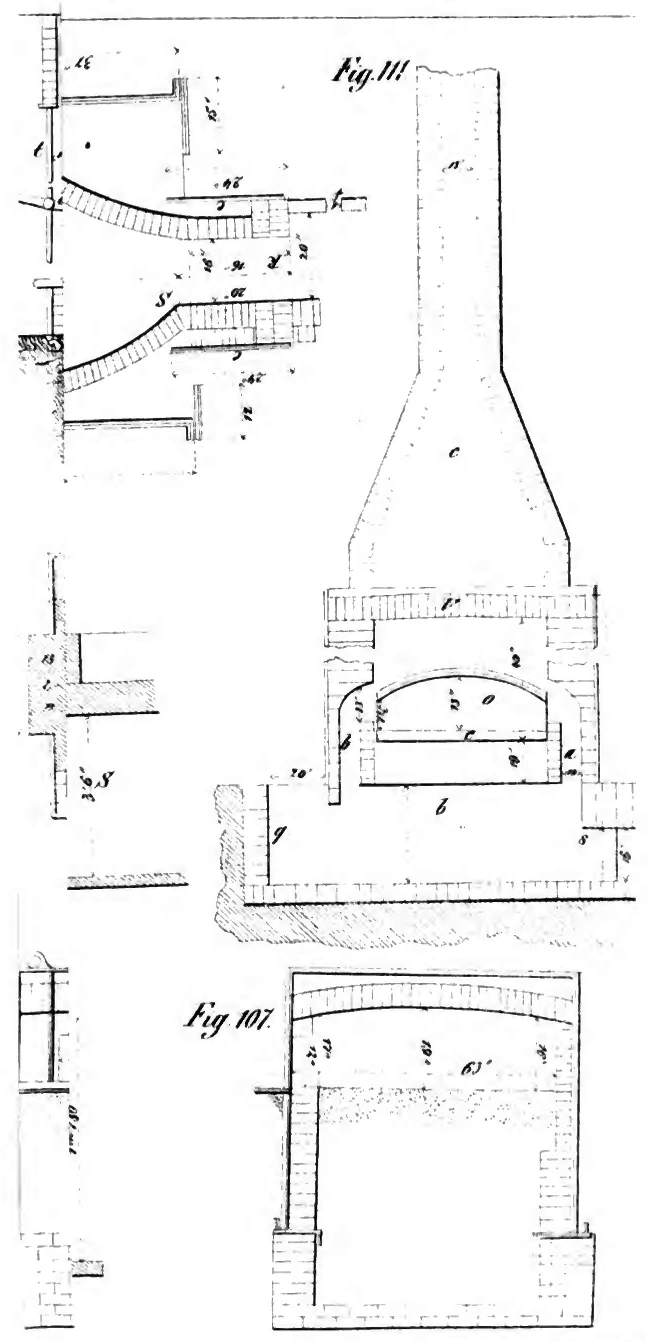


Taf.V
1 Rheinl. Fuss
Zu Fig 80.
Fig. 100.
1.550
900
ig. 84


Fig. 90.
Fig. 87.
Fig. 86. bis.
325


Fig. 97
B
Fig. 104.
r
n
S
u
Fig. 43
$\frac{1}{4}$" für 1' engl.




Fig. 111.
Fig. 107.



Taf. XII.

116.

122.

Fig. 125.

Fi

A

K K

L

M

